

ALAN MARIO ZUFFO
JORGE GONZÁLEZ AGUILERA
ORGANIZADORES

PESQUISAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS

VOLUME IX



Pantanal Editora

2022

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Organizadores

Pesquisas agrárias e ambientais
Volume IX



Pantanal Editora

2022

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos

Profa. Msc. Adriana Flávia Neu

Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior

Profa. Msc. Aris Verdecia Peña

Profa. Arisleidis Chapman Verdecia

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva

Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo

Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu

Prof. Dr. Carlos Nick

Prof. Dr. Claudio Silveira Maia

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos

Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva

Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos

Prof. Msc. David Chacon Alvarez

Prof. Dr. Denis Silva Nogueira

Profa. Dra. Denise Silva Nogueira

Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão

Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves

Prof. Me. Ernane Rosa Martins

Prof. Dr. Fábio Steiner

Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza

Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez

Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles

Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira

Prof. Msc. Javier Revilla Armesto

Prof. Msc. João Camilo Sevilla

Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales

Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski

Prof. Msc. Lucas R. Oliveira

Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela

Prof. Dr. Leandro Argenteo-Martínez

Profa. Msc. Lidiane Jaqueline de Souza Costa Marchesan

Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann

Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior

Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos

Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla

Profa. Msc. Mary Jose Almeida Pereira

Profa. Msc. Núbia Flávia Oliveira Mendes

Profa. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira

Profa. Dra. Patrícia Maurer

Profa. Msc. Queila Pahim da Silva

Prof. Dr. Rafael Chapman Auty

Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke

Prof. Dr. Raphael Reis da Silva

Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes

Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)

Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos

Msc. Tayronne de Almeida Rodrigues

Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca

Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira

Profa. Dra. Yilan Fung Boix

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Instituição

OAB/PB

Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã

UO (Cuba)

IF SUDESTE MG

Facultad de Medicina (Cuba)

ISCM (Cuba)

UFESSPA

UEA

UNEMAT

UFV

AJES

UFGD

UEMS

IFPA

UNICENTRO

IFMT

UFMG

URCA

ISEPAM-FAETEC

IFG

UEMS

UFF

(Colômbia)

UNAM (Peru)

IFRR

UCG (México)

Mun. Rio de Janeiro

UNMSM (Peru)

UFMT

Mun. de Chap. do Sul

IFPR

Tec-NM (México)

Consultório em Santa Maria

UFJF

UEG

FAQ

UNAM (Peru)

SEDUC/PA

IFB

IFPA

UNIPAMPA

IFB

UO (Cuba)

UFMS

UFPI

UFG

UEMA

IFB

UFPI

FURG

UO (Cuba)

UFT

Conselho Técnico Científico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

P472 Pesquisas agrárias e ambientais [livro eletrônico] : volume IX / Organizadores
 Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Nova Xavantina, MT:
 Pantanal Editora, 2022. 72p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-65-81460-29-7

DOI <https://doi.org/10.46420/9786581460297>

1. Ciências agrárias – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente.
3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Apresentação

As áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais são importantes para a humanidade. De um lado, a produção de alimentos e do outro a conservação do meio ambiente. Ambas, devem ser aliadas e são imprescindíveis para a sustentabilidade do planeta. A obra, vem a materializar o anseio da Editora Pantanal na divulgação de resultados, que contribuem de modo direto no desenvolvimento humano.

O e-book “Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume IX” é a continuação de uma série de volumes de e-books com trabalhos que visam otimizar a produção de alimentos, o meio ambiente e promoção de maior sustentabilidade nas técnicas aplicadas nos sistemas de produção das plantas e animais. Ao longo dos capítulos são abordados os seguintes temas: morfologia de *Polygonum punctatum* (Polygonaceae) no município de Alta Floresta (MT); *Phyllanthus amarus* (Quebra-pedra, Phyllanthaceae): uma espécie medicinal de interesse do Sistema Único de Saúde no Brasil; mudas de rosa do deserto são responsivas ao caule decomposto de babaçuzeiro como substrato; rendimento de fitomassa de plantas de cobertura sob déficit hídrico; uso de água residuária na agricultura; uso de lodo de esgoto na agricultura e desenvolvimento de plantas forrageiras sob estresse hídrico. Portanto, esses conhecimentos irão agregar muito aos seus leitores que procuram promover melhorias quantitativas e qualitativas na produção de alimentos e do ambiente, ou melhorar a qualidade de vida da sociedade. Sempre em busca da sustentabilidade do planeta.

Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na área de Ciência Agrárias e Ciências Ambientais Volume IX, os agradecimentos dos Organizadores e da Pantanal Editora. Por fim, esperamos que este ebook possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e avanços para as áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais. Assim, garantir uma difusão de conhecimento fácil, rápido para a sociedade.

Os organizadores


Sumário

Apresentação	4
Capítulo I	6
Morfologia de <i>Polygonum punctatum</i> (Polygonaceae) no município de Alta Floresta (MT), com contribuição ao uso medicinal do gênero no Brasil	6
Capítulo II	17
<i>Phyllanthus amarus</i> (Quebra-pedra, Phyllanthaceae): uma espécie medicinal de interesse do Sistema Único de Saúde no Brasil	17
Capítulo III	29
Mudas de rosa do deserto são responsivas ao caule decomposto de babaçuzeiro como substrato	29
Capítulo IV	36
Rendimento de fitomassa de plantas de cobertura sob déficit hídrico no município de Uruçuí-PI	36
Capítulo V	44
Uso de água residuária na agricultura	44
Capítulo VI	54
Uso de lodo de esgoto na agricultura	54
Capítulo VII	64
Desenvolvimento de plantas forrageiras sob estresse hídrico	64
Índice Remissivo	71
Sobre os organizadores	72

Morfologia de *Polygonum punctatum* (Polygonaceae) no município de Alta Floresta (MT), com contribuição ao uso medicinal do gênero no Brasil

Recebido em: 14/02/2022

Aceito em: 18/02/2022

 10.46420/9786581460297cap1

José Martins Fernandes^{1*} 

INTRODUÇÃO

Polygonaceae possui distribuição quase cosmopolita, representada por 40 gêneros e 1.100 espécies, com centro de diversidade no hemisfério Norte (Souza; Lorenzi, 2008; Stevens, 2021). Alguns usos são atribuídos a família como as sementes de *Fagopyrum* Mill. que fornecem farinha, enquanto várias espécies de *Coccoloba* P.Browne apresentam frutos comestíveis; os pecíolos de *Rheum* L. (ruibarbo) são comestíveis, assim como as folhas de algumas espécies de *Rumex* L.; alguns poucos gêneros contêm espécies ornamentais, incluindo *Antigonon* Endl. e *Coccoloba*; no entanto muitas espécies de *Rheum* e *Polygonum* L. são pragas de lavouras (Judd et al., 2009).

Na flora do Brasil ocorrem 11 gêneros e 100 espécies, sendo 7 gêneros com espécies nativas, são eles: *Coccoloba*, *Muehlenbeckia* Meisn., *Polygonum*, *Rumex*, *Ruprechtia* C.A.Mey., *Symmeria* Meisn. e *Triplaris* L., enquanto que os gêneros *Antigonon* Endl., *Fagopyrum*, *Emex* e *Rheum* L. são cultivados, sendo que, *Emex* não apresenta registros recentes de coleta nos herbários (Melo, 2020).

No país, as poligonáceas são frequentemente cultivadas como ornamentais, destacando-se espécies de *Triplaris* Loefl. (pau-de-novato) utilizadas na arborização de ruas e praças, com frutos róseo-avermelhados bastante ornamentais; outras espécies de menor porte também podem ser encontradas com certa frequência, incluindo o amor-agarradinho (*Antigonon* spp.), trepadeiras com belas flores de coloração rósea; a fita-de-moça (*Muehlenbeckia platyclada* (F.Muell.) Meisn.), uma erva quase áfila e o tapete-inglês (*Polygonum capitatum* Buch.-Ham. ex D.Don) utilizada em forração (Souza; Lorenzi, 2008).

O gênero *Polygonum* possui distribuição cosmopolita com aproximadamente 200 espécies, com centro de diversidade no hemisfério Norte (Melo; Marcondes-Ferreira, 2009). As espécies são herbáceas,

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso - Carlos Alberto Reyes Maldonado (UNEMAT), Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Curso de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas, Herbário da Amazônia Meridional. Avenida Perimetral Rogério Silva, s/n, Bairro Jardim Flamboyant, Alta Floresta, MT, Brasil.

* Autor correspondente: jose.martins@unemat.br

subarbustos ou trepadeiras volúveis, de ambientes terrestres e aquáticos, com várias ruderais, ocorrendo em áreas urbanas, caracterizado pela presença de estigma capitado, fruto simples formado por um pericarpo que se encontra coberto pelo perianto (diclésio), persistente na frutificação e sem expansões (Melo; Marcondes-Ferreira, 2009).

No Brasil, está representado por 16 espécies, distribuído em todos os domínios fitogeográficos (Melo, 2020). Algumas espécies são comuns em levantamentos florísticos no país, como *Polygonum acuminatum* Kunth, *P. ferrugineum* Wedd., *P. hispidum* Kunth, *P. hydropiperoides* Michx., *P. paraguayense* Wedd., *P. punctatum* Elliott e *P. stelligerum* Cham., em ambientes aquáticos (Lima et al., 2009; Rodrigues, 2011; Slusarski; Souza, 2012; Meireles et al., 2014; Silva et al., 2015; Mendes et al., 2021).

Quanto a importância medicinal das espécies de *Polygonum* no Brasil, Lorenzi e Abreu-Matos (2008) citam *Polygonum acuminatum*, *P. hydropiperoides*, *P. persicaria* L. e *P. punctatum* no livro “Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas”, e chamam atenção quanto a proximidade morfológica das espécies. Nesse sentido, o trabalho apresenta informações morfológicas para a espécie *Polygonum punctatum* (Polygonaceae): uma espécie medicinal no município de Alta Floresta, Estado de Mato Grosso, além de uma contribuição ao uso medicinal das espécies do gênero no Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado entre fevereiro de 2021 e janeiro de 2022, mediante coletas realizadas na comunidade rural Nossa Senhora de Guadalupe, município de Alta Floresta, Estado de Mato Grosso (Figura 1). O município está localizado à 830 km da capital, Cuiabá, no bioma Amazônia, com predomínio de floresta ombrófila aberta, floresta ombrófila densa, floresta estacional decidual e floresta estacional semidecidual (Borges et al., 2014); possui 52.105 habitantes conforme estimativa realizada em 2021 (IBGE, 2022), destacando-se como atividades econômicas a agricultura (soja, milho, café, cacau, guaraná, etc.), pecuária de corte e leiteira, extração de madeira nativa e plantada, turismo e serviços.

A comunidade Nossa Senhora de Guadalupe tem cerca de 50 famílias, formada pelo estabelecimento de pequenos agricultores familiares, onde vários deles fundaram a Associação Guadalupe Agroecológica (AGuA), que produzem sem agrotóxicos, insumos químicos nocivos à terra e à saúde humana; na comunidade, a prática bioenergética deixou a comunidade conhecida pela técnica, hoje responsável por atrair visitantes de fora para os consultórios instalados por alguns dos comunitários que também atendem em outros municípios, baseado no uso de plantas medicinais (ICV, 2020).

As coletas foram realizadas em áreas nativas, com a retirada de ramos férteis. A herborização ocorreu no Herbário da Amazônia Meridional (HERBAM), localizado no Campus Universitário de Alta Floresta, Universidade do Estado de Mato Grosso. No Laboratório de Morfologia Vegetal, localizado no HERBAM, a espécie foi confirmada com o uso de chaves de identificação, posteriormente descrita

fazendo uso dos órgãos vegetativos e reprodutivos, utilizando-se um estereomicroscópio, seringas com agulhas, régua, papel milimetrado, navalha de aço e placa de petri. As terminologias foram baseadas em Radford et al. (1974), Melo e Marcondes-Ferreira (2009) e Melo (2020).

O levantamento das espécies de *Polygonum* utilizadas na medicina popular no Brasil, com respectivas funções, foi obtido mediante a análise de 19 trabalhos obtidos na internet (artigo, tese, dissertação, trabalho de conclusão de curso e livro) com informações sobre as espécies.

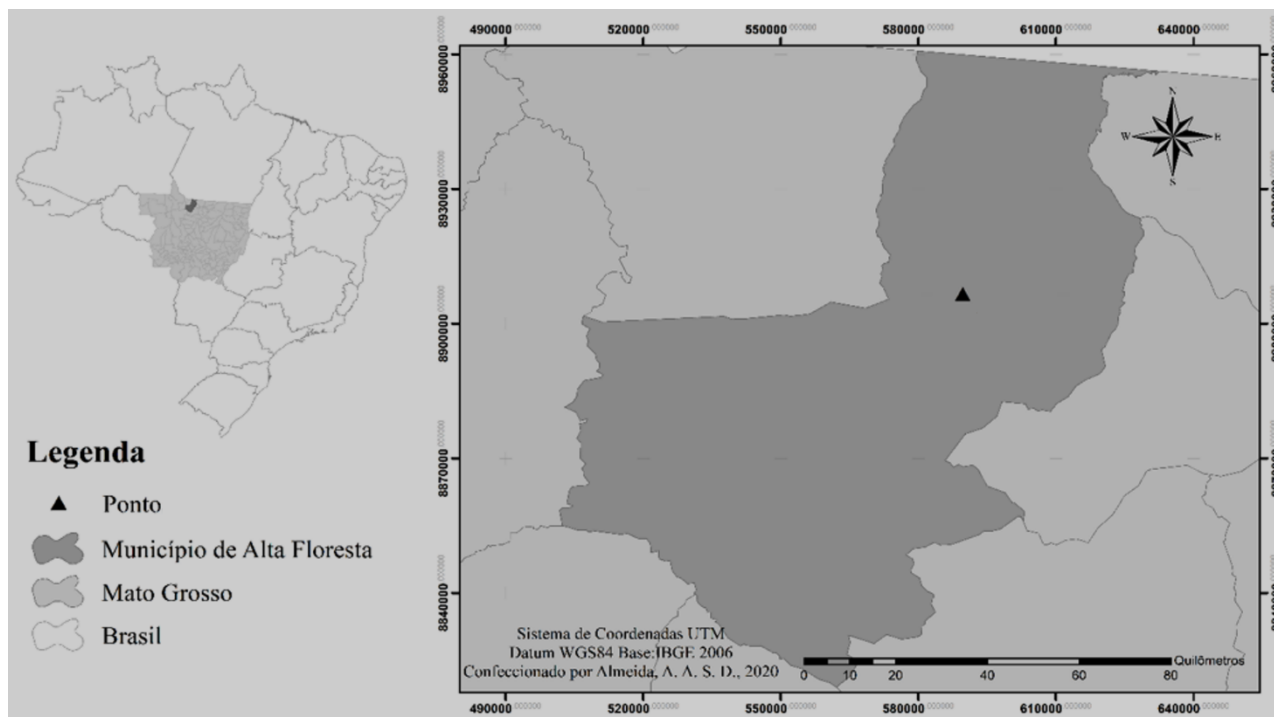


Figura 1. Comunidade Nossa Senhora de Guadalupe, município de Alta Floresta, Mato Grosso. Fonte: Adaptado de Fernandes et al. (2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Polygonum punctatum Elliott, Sketch Bot. S. Carolina 1(5): 455–456. 1821[1817]. Figura 2a-j

Ervas, 0,4–1,3 m compr., eretas a semi-eretas, perenes, macrófitas; ramos jovens ocos, verde-avermelhados, esparsamente curto-seríceos-adpressos, glândulas punctiformes presentes. Ócreas 1,3–1,8 cm compr., tubulosas, verde-avermelhadas, nervuras longitudinais evidentes, glabrescentes, glândulas punctiformes presentes, margens longo-ciliadas, cílios 4–6 mm compr. Folhas simples, alternas dísticas, pecíolo 0,7–1,2 cm compr., base concrescida a ócrea, nervuras proeminentes, lâmina 5–10,5 × 1,3–2 cm, lanceolada, base atenuada, ápice acuminado, faces adaxial e abaxial glabras, exceto na nervura principal que é esparsamente serícea e com a base superior avermelhada quando jovem, glândulas punctiformes esparsas, margem geralmente plana, curtamente serícea. Inflorescências em tirsos racemosos, lineares, terminais, não congestos, pedúnculo 3–8 cm compr., raque 5–12 cm compr.; brácteas 3–4,5 mm compr.,

esverdeadas, ciliadas, ocréolas; bractéolas 4–4,2 mm compr., translúcidas, ciliadas, ocréolas. Flores não vistosas, bissexuadas, actinomorfais, pediceladas, pedicelo 3,5–4,3 mm compr.; 5 tépalas formando o perigônio, 3–3,2 × 1,7–2 mm, unidas na base formando um breve hipanto, verde-esbranquiçadas, glândulas externamente, punctiformes, lóbulos brancos a esbranquiçados, ápice curtamente cuculado; 8 estames, epipétalos, filetes 1,3–1,5 mm compr., anteras 0,3–0,4 mm compr., rimosas, 8 segmentos curtos, amarelados; gineceu tricarpelar, ovário súpero, 0,8–1 × 0,6–0,7 mm, ovado, glabro, unilocular, uniovulado, placentação basal, estiletos livres, 0,3–0,6 mm compr., estigma capitado. Perigônio frutífero 3,1–4,4 mm compr., glanduloso externamente, não acrescente, núcula, 2,1–3,4 × 1,6–1,7 mm, trígono-ovada, enegrecida, brilhante. Material testemunho: J.M. Fernandes 1756 (HERBAM), J.M. Fernandes 1881 (HERBAM).

A espécie *Polygonum punctatum* assemelha-se a *P. hydropiperoides* quanto ao hábito herbáceo perene, presença de ócreas com ápice truncado ou oblíquo-truncado não revoluto, inflorescências terminais em tirso racemosos, alongados, e núculas trígonas entre 2-3 milímetros de comprimento, mas difere por apresentar perianto frutífero punctato-glanduloso, enquanto que a segunda espécie possui perianto frutífero sem pontuações glandulares (Melo; Marcondes-Ferreira, 2009; Melo, 2020). *Polygonum punctatum* também apresenta semelhanças morfológicas com as espécies *P. acuminatum* e *P. persicaria* (Lorenzi; Abreu-Matos, 2008), mostradas na figura 3 e comparadas com caracteres vegetativos e reprodutivos na tabela 1. São espécies que geralmente ocorrem nos mesmos estados e nos mesmos ambientes.

A espécie *Polygonum punctatum* está distribuída em ambientes naturais na América Tropical e Subtropical (Melo; Marcondes-Ferreira, 2009). No Brasil, é conhecida como erva-de-bicho e possui ampla distribuição no país, em todos os domínios fitogeográficos (Tabela 1), em área antrópica, caatinga (*stricto sensu*), cerrado (*lato sensu*), floresta ombrófila, floresta ombrófila mista e vegetação aquática (Melo, 2020).

No município de Alta Floresta, Estado de Mato Grosso, a espécie foi encontrada em áreas paludosas. Segundo Fernandes (2002), a espécie é conhecida no município como erva-de-bicho, sendo utilizada a planta inteira para o preparo do chá por infusão, usado para estimular a circulação sanguínea, tratamento de hemorroidas, infecções na pele e vias urinárias, reumatismo, dores musculares, artrite, varizes, desinteria e verminose.

Informações etnobotânicas obtidas em trabalhos realizados em outros lugares do Brasil, mostram que *P. punctatum* é conhecida como erva-de-bicho e catáia, usada para lesões inflamatórias da mucosa bucal, sistema nervoso e pressão arterial, infecção do reto causada por amebíase, hemorroida, descongestionantes de varizes, sistema digestivo, com o uso principalmente das partes aéreas da planta (ramos com folhas, flores e frutos) para o preparo de chá, pomada e supositório, por meio de uso interno ou externo (Tabela 2).

Dentre as 16 espécies com ocorrência no Brasil, foram encontradas informações de uso medicinal apenas para as espécies *P. acuminatum*, *P. hydropiperoides*, *P. persicaria* e *P. punctatum*. No geral, as pessoas usam as partes aéreas das plantas no preparo do chá para uso interno ou banho, ou ainda no preparo de cataplasma, usados predominantemente na medicina popular para hemorroida e cicatrização (Tabela 2). Outras finalidades também foram relatadas como vermífugo, coceiras, hemorragia, ferida, circulação, febre, sistema nervoso, disenteria, varizes, sistema digestivo e pressão arterial (Tabela 2).



Figura 2. Morfologia de *Polygonum punctatum*. A-B) hábitos; C) folhas e inflorescências; D) ócrea (seta 1), cílios (seta 2) e pecíolo (seta 3); E) inflorescência; F) flor com bractéola na base (seta); G) flor desidratada com glândulas externamente no perigônio; H) visão frontal da flor, mostrando estame (seta) e estigma; I) perigônio frutífero; J) fruto.

Na literatura, hemorroida é entendida como a dilatação varicosa das veias anorretais submucosas devido à pressão venosa persistentemente elevada no plexo hemorroidário (Moreira et al., 2007). Provavelmente as citações para cicatrização, presentes na tabela 2, estejam relacionadas também à hemorroida.

Tabela 1. Comparação morfológica de três espécies de *Polygonum* (Polygonaceae) com *P. punctatum*. Fonte: ¹Lorenzi e Abreu-Matos (2008); ²Melo (2020); ³Melo e Marcondes-Ferreira (2009) e Melo (2020).

Espécie¹	Fitogeografia²	Caracteres diagnósticos³
<i>P. acuminatum</i>	Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins (Norte), Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Sergipe (Nordeste), Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso (Centro-Oeste), (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo (Sudeste), Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina (Sul), nativa na Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal; ambientes aquáticos e terrícolas.	Ervas eretas, não volúveis; folhas com base obtusa a arredondada, tomentosa, raro glabra; inflorescências em racemos terminais, não congestos, densifloros (Figura 2), pedúnculo pubescente, perigônio frutífero acrescente, frutos com pericarpo lenticular.
<i>P. hydropiperoides</i>	Acre, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins (Norte), Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Sergipe (Nordeste), Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso (Centro-Oeste), Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo (Sudeste), Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina (Sul), nativa na Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal; ambientes aquáticos e terrícolas.	Ervas perenes, não volúveis; folhas com base atenuada, glabra a pubérula; inflorescências em racemos terminais, não congestos, laxifloros (Figura 2), pedúnculo glabro, perigônio frutífero não acrescente sem glândulas punctiformes, frutos com pericarpo trígono-ovalado.
<i>P. persicaria</i>	Distrito Federal, Goiás (Centro-Oeste), (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo (Sudeste), Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina (Sul), naturalizada no Cerrado e Mata Atlântica; ambientes aquáticos.	Ervas anuais, não volúveis; folhas com base aguda ou atenuada, glabra; inflorescências em racemos terminais ou axilares, não congestos, densifloros, pedúnculo glabro, perigônio frutífero não acrescente, frutos com pericarpo lenticular.
<i>P. punctatum</i>	Acre, Amazonas, Pará, Roraima (Norte), Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Sergipe (Nordeste), Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso (Centro-Oeste), Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo (Sudeste), Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina (Sul), na Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal; ambientes aquáticos.	Ervas perenes, não volúveis; folhas com base aguda ou obtusa, faces glabras com glândulas punctiformes, margem ciliada; inflorescências em racemos terminais ou axilares, não congestos, laxifloros, pedúnculo glabro, perigônio frutífero não acrescente com glândulas punctiformes, frutos com pericarpo trígono-ovalado.



Figura 3. Ramos férteis de três espécies semelhantes de *Polygonum*: a) *P. acuminatum* (Herbário ESA, 012272); b) *P. hydropiperoides* (Herbário CEN, 102576); c) *P. persicaria* (Herbário MBM, 431286).

Tabela 2. Contribuição ao uso medicinal das espécies de *Polygonum* (Polygonaceae) no Brasil.

Espécie	Local, informações medicinais e citação
<i>P. acuminatum</i>	A) Conhecida na medicina popular como erva-de-bicho e pimenta d'água usada como antihemorróidial, antitérmica, vermífuga e antidesintérica (Costa et al., 2002). B) Planta arbustiva conhecida no Cerrado de Mato Grosso como erva-de-bicho, usada na medicina popular (Guarim-Neto; Morais, 2003). C) Na Barra do Piraí, Rio de Janeiro, é conhecida como erva-de-bicho, fazendo o uso do chá das folhas, em banho, para cocceira e hemorróida (Telles et al., 1991). D) No assentamento Monjolinho, Anastácio, Mato Grosso do Sul, é conhecida como erva-de-bicho, usada como medicinal (Cunha e Bortolotto, 2011).
<i>P. hydropiperoides</i>	A) Moradores do entorno da Reserva Florestal Embrapa/Epagri, Caçador, Santa Catarina, conhecem como erva-de-bicho e usam as folhas como medicinal (Gomes, 2007). B) Erva-de-bicho e persicária entre mateiros em Corumbá, Mato Grosso do Sul e o chá das folhas é usado em banhos externos e uso interno para combater alergias de pele, hemorragias, hemorroidas e vermes (Sagalli, 2000). C) Moradores da comunidade rural Monte Cabirão, Santos, São Paulo conhecem como erva-de-bicho e usam as folhas no preparo de chá e xarope como cicatrizante (Villaza, 2018). D) Moradores de comunidades rurais da Serra Catarinense, Santa Catarina chamam de erva-de-bicho e usam a planta como medicinal (Maia et al., 2011). E) Moradores da comunidade ribeirinha Bonsucesso, Várzea Grande, Mato Grosso conhecem como erva-de-bicho como medicinal (David; Pasa, 2016). F) Planta herbácea conhecida no Cerrado de Mato Grosso como erva-de-bicho, usada na medicina popular (Guarim-Neto; Morais, 2003).
<i>P. persicaria</i>	A) No assentamento Madre Cristina, Ariquemes, Rondônia é chamada de erva-de-bicho mediante o preparo das folhas em decocção ou banho para cicatrização e hemorragia (Maia et al., 2020). B) Comunidades rurais em Erechim, Rio Grande do Sul conhecem como erva-de-bicho e usam as folha e inflorescências como medicinal (Chaves; Zanin, 2012). C) Agricultores do Planalto Sul Catarinense, Santa Catarina, chamam como erva-de-bicho e usam as folhas coletadas no quintal ou no campo como medicinal (Fernandes, 2014). D) Nas feiras livres de Chapecó, Santa Catarina é conhecida como erva-de-bicho, com a comercialização das partes secas da planta como medicinal (Tonin et al., 2020).
<i>P. punctatum</i>	A) Moradores da comunidade de Inhamas, Santana de Pirapama, Minas Gerais, usam as partes aéreas da planta coletadas nas roças para remédio (Santos, 2016). B) Moradores da comunidade de Conceição-Açu, alto da bacia do rio Aricá Açu, Mato Grosso conhecem como erva-de-bicho e utilizam a planta como remédio (Pasa et al., 2005). C) Moradores do bairro Ponta Grossa, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, chama como erva-de-bicho e usam as partes aéreas para alergia, circulação, feridas e hemorroidas (Vendruscolo; Mentz, 2006). D) No semiárido brasileiro é conhecida como erva-de-bicho, com uso na fabricação de pomadas e na medicina popular, mas algumas espécies do gênero são consideradas tóxicas (Melo; França, 2006). E) No país a espécie é conhecida como erva-de-bicho e catáia, onde o cozimento da planta fresca é usado para lesões inflamatórias da mucosa bucal, sistema nervoso e arterial, infecção do reto causada por amebíase, hemorróida, descongestionantes de varizes, sistema digestivo, além do extrato da planta ser usado em supositório feito com glicerina (Machado, 1942). F) Benzedeiras e curandeiras de Ouro Verde de Goiás, Estado de Goiás, conhecem como erva-de-bicho e usam o chá da parte aérea para hemorróida, por meio de banho ou assento (Silva, 2007).

CONCLUSÃO

A espécie *Polygonum punctatum* é conhecida em Alta Floresta (MT) como erva-de-bicho e encontrada em ambientes alagados, facilmente reconhecida pela presença de folhas com base atenuada, faces adaxial e abaxial glabras com a presença glândulas punctiformes em ambas as faces, inflorescências em tirso racemosos não congestos, perigônio frutífero não acrescentado com a presença de glândulas punctiformes e núculas trígono-ovadas.

Foi verificado que *P. punctatum* é usada para vários problemas de saúde no Brasil, como lesões inflamatórias da mucosa bucal, infecção do reto, hemorróida, varizes, sistema digestivo e nervoso, fazendo uso das partes aéreas da planta para o preparo de chá, pomada e supositório.

O trabalho apresenta outras três espécies do gênero que geralmente são encontradas em ambientes aquáticos e usadas na medicina popular, *P. acuminatum*, *P. hydropiperoides* e *P. persicaria*, conhecidas por erva-de-bicho. No geral, as espécies de *Polygonum* usadas na medicina tradicional são destinadas, principalmente, ao tratamento de hemorroida e como cicatrizante natural, além de coceira, vermífugo, hemorragia, ferida, circulação, febre, sistema nervoso, disenteria, varizes, sistema digestivo e pressão arterial. São espécies que ocorrem nos mais diferentes domínios fitogeográficos do país e usadas por moradores locais, o que demonstra a importância do grupo taxonômico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Borges HBN et al. (2014). Flora arbórea de Mato Grosso: tipologias vegetais e suas espécies. Cuiabá: Entrelinhas. 255p.
- Chaves AS, Zanin EM (2012). Etnobotânica em comunidades rurais de origem italiana e polonesa do município de Erechim/RS. *Perspectiva*, 36(133): 95-113.
- Costa EA et al. (2002). Estudo farmacológico e fracionamento biomonitorado do extrato etanólico das partes aéreas de *Polygonum acuminatum* H.B.K. (Família Polygonaceae) erva de bicho. *Revista de Ciências Biológicas e da Saúde*, 3: 17-27.
- Cunha AS, Bortolotto IM (2011). Etnobotânica de Plantas Medicinais no Assentamento Monjolinho, município de Anastácio, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Acta Botânica Brasilica*, 25(3): 685-698. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062011000300022>
- David M, Pasa MC (2016). Ribeirinhos e recursos vegetais: a etnobotânica em Bonsucesso, Várzea Grande, Mato Grosso. *Flovet*, 1: 35-49, 2016.
- Fernandes JM (2002). Plantas medicinais de Alta Floresta: com contribuição à etnobotânica. Alta Floresta: Gráfica Cidade. 62p.
- Fernandes JM et al. (2021). Morfologia de espécies medicinais de boldo cultivadas no Brasil. *Research, Society and Development*, 10(6): e42910615824. [Doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15824](https://doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15824)
- Fernandes P (2014). Plantas medicinais: conhecimento e uso nos espaços rurais do Planalto Sul Catarinense. Universidade Federal de Santa Catarina (Tese), Lages. 160p.
- Gomes TCC (2007). Estudo etnobotânico como subsidio para elaboração de plano de manejo da Reserva Florestal Embrapa/Epagri no município de Caçador, Santa Catarina. Universidade Federal do Paraná (Trabalho de Conclusão de Curso), Curitiba. 47p.
- Guarim-Neto G, Moraes RG (2003). Recursos medicinais de espécies do Cerrado de Mato Grosso: um estudo bibliográfico. *Acta Botanica Brasilica*, 17(4): 561-584. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062003000400009>


- IBGE (2022). Brasil / Mato Grosso / Alta Floresta. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/alta-floresta/panorama>. Acesso: 15/01/2022.
- ICV (2020). Bem-estar, saúde e educação unem comunidade na área rural de Alta Floresta. Instituto Centro de Visa. Disponível em: <https://www.icv.org.br/2020/06/bem-estar-saude-e-educacao-unem-comunidade-na-area-rural-de-alta-floresta/> Acesso em: 23/01/2022.
- Judd WS et al. (2009). Sistemática vegetal: um enfoque filogenético. 3 ed. Porto Alegre: Artmed. 632p.
- Lima LF et al. (2009). Diversidade de macrófitas aquáticas no estado de Pernambuco: levantamento em herbário. *Revista de Geografia*, 26(3): 307-319.
- Lorenzi H, Abreu-Matos FJ (2008). Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas. 2 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora. 544p.
- Machado OXB (1942). *Polygonum acre* H.B.K. (Erva-de-bicho ou catáia). *Rodriguésia*, 12(24): 33-52.
- Maia AC et al. (2020). Fitoterapia Familiar no Assentamento Madre Cristina (Ariquemes, Rondônia). *Brazilian Journal of Development*, 6(11): 89780-89798.
- Maia EA et al. (2011). O uso de espécies vegetais para fins medicinais por duas comunidades da Serra Catarinense, Santa Catarina, Brasil. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 11: 54-74.
- Meireles LD et al. (2014). Composição florística da vegetação altimontana do distrito de Monte Verde (Camanducaia, MG), Serra da Mantiqueira Meridional, Sudeste do Brasil. *Rodriguésia*, 65(4): 831-859.
- Melo E, França F (2006). Polygonaceae no Semiárido Brasileiro. In: Queiroz LP et al. (Orgs.). Rumo ao Amplo Conhecimento da Biodiversidade do Semi-árido Brasileiro. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). 77-78p.
- Melo E, Marcondes-Ferreira W (2009). Polygonaceae In: Martins, S.E., et al. (eds.). Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. Vol. 6. São Paulo: Instituto de Botânica. 169-194p.
- Melo E (2020). *Polygonaceae in Flora do Brasil 2020*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB196>>. Acesso em: 19 jan. 2022.
- Mendes GF et al. (2021). Levantamento Florístico da Área de Proteção Ambiental (APA) da Lagoa da Maraponga, Fortaleza, Ceará, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 14(05): 3206- 3224 3206-3224.
- Moreira JPT et al. (2007). Diagnóstico da hemorroida. *Revista da Associação Médica Brasileira*, 53(1): 1-12. <https://doi.org/10.1590/S0104-42302007000100009>
- Pasa MC et al. (2005). Estudo etnobotânico na comunidade de Conceição-Açu (alto da bacia do rio Aricá Açu, MT, Brasil). *Acta Botanica Brasilica*, 19(2): 195-207.
- Radford AE et al. (1974). *Vascular plant systematics*. New York: Harper & Row. 891p.

- Rodrigues MEF (2011). Levantamento florístico e distribuição de macrófitas aquáticas na represa Guarapiranga, São Paulo, Brasil. Universidade de São Paulo (Dissertação), São Paulo. 202p.
- Sagalli A (2000). Levantamento e caracterização de plantas nativas com propriedades medicinais em fragmentos florestais e de cerrado de Dourados - MS, numa visão etnobotânica. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (Trabalho de Conclusão de Curso), Dourados. 80p.
- Santos BR (2016). Compreendendo a farmacopeia e o uso tradicional de plantas no cerrado: uma abordagem etnoecológica. Universidade Federal de Ouro Preto (Dissertação), Ouro Preto. 91p.
- Silva CSP (2007). As plantas medicinais no município de Ouro Verde de Goiás, GO, Brasil: uma abordagem etnobotânica. Universidade de Brasília (Dissertação), Brasília. 153p.
- Silva FG et al. (2015). Levantamento florístico de um trecho de mata ciliar na mesorregião do Sertão Paraibano. *Revista Brasileira de Biociências*, 13(4): 250-258.
- Slusarski SR, Souza MC (2012). Inventário florístico ampliado na mata do Araldo, planície de inundação do Alto Rio Paraná, Brasil. *REA – Revista de estudos ambientais*, 14: 14-27. <http://dx.doi.org/10.7867/1983-1501.2012v14n1p14-27>
- Souza VC, Lorenzi H (2008). *Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado no APG III*. 3 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora. 768p.
- Stevens PF (2021) Angiosperm phylogeny website, Version 14, July 2017 [and more or less continuously updated since]. Disponível em: <<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb>>. Acesso: 23/03/2021.
- Telles MGF et al. (1991). Fitoterapia em Barra do Piraí, Estado do Rio de Janeiro. *Albertoa*, 3(7): 53-60.
- Tonin ST et al. (2020). Feiras livres: um estudo de caso relacionado à disponibilidade de plantas medicinais, aromáticas e condimentares. *Revista Acta Ambiental Catarinense*, 17. DOI: <http://dx.doi.org/10.24021/raac.v17i1.5266>
- Vendruscolo GS, Mentz LA (2006). Levantamento etnobotânico das plantas utilizadas como medicinais por moradores do bairro Ponta Grossa, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia - Série Botânica*, 61(1/2): 83-103.
- Villaça IM (2018). Combinação de conhecimentos sobre uso de plantas em uma comunidade rural: o caso de Monte Cabirão, Santos/SP. Universidade Santa Cecília (Dissertação), Santos. 84p.

Phyllanthus amarus (Quebra-pedra, Phyllanthaceae): uma espécie medicinal de interesse do Sistema Único de Saúde no Brasil

Recebido em: 15/02/2022

Aceito em: 18/02/2022

 10.46420/9786581460297cap2

José Martins Fernandes^{1*} 

INTRODUÇÃO

Phyllanthaceae é caracterizada como ervas, arbustos ou árvores, monoicas ou dioicas, não latexcentes; folhas alternas, geralmente dísticas, simples ou raramente trifolioladas, com estípulas, nectários extraflorais ausentes; inflorescências racemosas, às vezes unifloras; flores não vistosas, unissexuadas, actinomorfas, monoclamídeas ou diclamídeas, cálice 2-12-mero, geralmente gamossépalo, corola 5-mera, dialipétala, estames 2-14, frequentemente unidos entre si, disco nectarífero presente ou ausente, ovário súpero, 1-6-carpelar, 1-6-locular, placentação axial, lóculos biovulados; fruto cápsula com deiscência elástica e sementes com carúncula (Souza; Lorenzi, 2008). Segundo os mesmos autores, a família diferencia-se de Euphorbiaceae pela ausência de látex e de nectários nas folhas, pelos lóculos do ovário biovulados e pelas sementes sem carúncula, características raras ou ausentes nas espécies de Euphorbiaceae.

A família pertence a ordem Malpighiales, representada por 59 gêneros e 2.330 espécies pertencentes as subfamílias Phyllanthoideae Beilschmied e Antidesmatoideae Hurusawa, com distribuição pantropical (Stevens, 2021). No mundo, muitas espécies são utilizadas na medicina ou como veneno para capturar peixes; algumas poucas espécies de *Bischofia* Blume e *Phyllanthus* L. são ornamentais; e, algumas espécies de *Phyllanthus* e *Antidesma* L. fornecem drupas comestíveis ricas em vitamina C (Judd et al., 2009).

No Brasil, a família está representada por 131 espécies distribuídas em 15 gêneros, são eles: *Amanoa* Aubl., *Astrocasia* B.L.Rob. & Millsp., *Breynia* J.R.Forst. & G.Forst., *Chonocentrum* Pierre ex Pax & K.Hoffm., *Didymocistus* Kuhlm., *Discocarpus* Klotzsch, *Flueggea* Willd., *Gonatogyne* Klotzsch ex Müll.Arg., *Hieronyma* Allemão, *Jablonskia* G.L.Webster, *Margaritaria* L.f., *Meineckia* Baill., *Phyllanthus* L., *Richeria* Vahl e *Savia* Willd.

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso - Carlos Alberto Reyes Maldonado (UNEMAT), Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Curso de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas, Herbário da Amazônia Meridional. Avenida Perimetral Rogério Silva, s/n, Bairro Jardim Flamboyant, Alta Floresta, MT, Brasil.

* Autor correspondente: jose.martins@unemat.br

(Orlandini et al., 2020a). Apenas dois gêneros possuem espécies com importância econômica na literatura, *Phyllanthus*, como várias espécies medicinais e *Breynia* (*B. disticha* J.R.Forst. & G.Forst.), como ornamental (Souza; Lorenzi, 2008).

O gênero *Phyllanthus* está representado no Brasil por 101 espécies, distribuídas na Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal, sendo 13 espécies no estado de Mato Grosso (Orlandini et al., 2020b). Este gênero subordina plantas de hábito variado, principalmente herbáceo (70%), com ramificação filantóide ou não filantóide, flores gamossépalas em inflorescências cimosas, disco nectarífero usualmente presente em ambas as flores, comumente inteiro nas pistiladas e segmentado nas estaminadas, frutos capsulares, mais raramente bacáceos, e sementes usualmente trígonas e ornamentada (Silva; Sales, 2007).

O gênero é o que apresenta mais espécies com importância econômica, conhecidas como quebra-pedra, utilizadas na medicina popular em problemas renais (Souza; Lorenzi, 2008), no entanto, espécies dos gêneros *Cunila* D. Royen ex L. (Lamiaceae), *Desmodium* Desv. (Fabaceae), *Euphorbia* L. (Euphorbiaceae), *Heimia* Lynk (Lythraceae) e *Phyllanthus* L. (Phyllanthaceae) são popularmente chamadas de quebra-pedra e utilizadas como medicinais, nem sempre para problemas renais (Aita et al., 2009; Conceição et al., 2019; Jantan et al., 2019), o que pode causar confusão na hora do uso.

As espécies de *Phyllanthus* encontradas na literatura com uso medicinal no Brasil, são: *P. niruri* L., *P. tenellus* Roxb., *P. amarus* Schumach. & Thonn., *P. urinaria* L. e *P. orbiculatus* Rich., sempre relacionadas ao sistema urinário humano, destacando-se as três primeiras como as mais citadas nos trabalhos (Oliveira et al., 2016; David; Pasa, 2017; Fagundes et al., 2017; Boscolo; Galvão, 2019; Maia et al., 2020; Mesquita et al., 2020; Alves et al., 2021; Lima et al., 2021). Duas das espécies utilizadas na medicina popular já estão monografadas na Farmacopeia Brasileira (ANVISA, 2019), *Phyllanthus niruri* e *Phyllanthus tenellus*, com descrição macroscópica, descrição microscópica, descrição microscópica do pó, informações sobre cromatografia em camada delgada, doseamento, embalagem e armazenamento.

Phyllanthus amarus não faz parte da Farmacopeia Brasileira mas integra a última “Relação de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS”, com 71 espécies que possuem potencial terapêutico para orientar a cadeia produtiva e o desenvolvimento de pesquisas para gerar produtos de interesse ao SUS, como fitoterápicos para uso da população, com segurança e eficácia no tratamento de determinada doença (BRASIL, 2009).

Levando em consideração que a taxonomia de plantas medicinais pode ser considerada complexa devido a quantidade de espécies vegetais conhecidas no mundo, a introdução constante de espécies exóticas influenciada por diferentes culturas e saberes, as mudanças taxonômicas em decorrência dos trabalhos filogenéticos moleculares, o número elevado de sinônimos disponíveis e, principalmente, poucos

especialistas em identificação botânica (Fernandes et al., 2021), demonstra a importância da realização do presente trabalho.

O objetivo da pesquisa foi realizar o estudo morfológico de *Phyllanthus amarus* Schumach. & Thonn. (Phyllanthaceae), espécie utilizada como medicinal no município de Alta Floresta (MT) e de interesse científico ao SUS, além de apresentar fotografias para facilitar a sua identificação, comentários taxonômicos, fitogeográficos e medicinais.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada entre janeiro e dezembro de 2021 no município de Alta Floresta, Mato Grosso (Figura 1). O município que possui uma população aproximada de 51.959 habitantes, está localizado à 830 km da capital, Cuiabá, região intermediária de Sinop, fundado pelo Sr. Ariosto da Riva em 1976 com o objetivo de ocupar a região amazônica no extremo norte do estado, com grande maioria de colonizadores advindos do sul do Brasil (IBGE, 2017; IBGE 2020; PMAF, 2021). Atualmente, possui a economia baseada na pecuária de corte e leiteira, agricultura de grande escala, como plantações de soja e milho, agricultura familiar, recursos florestais, ecoturismo e serviços.

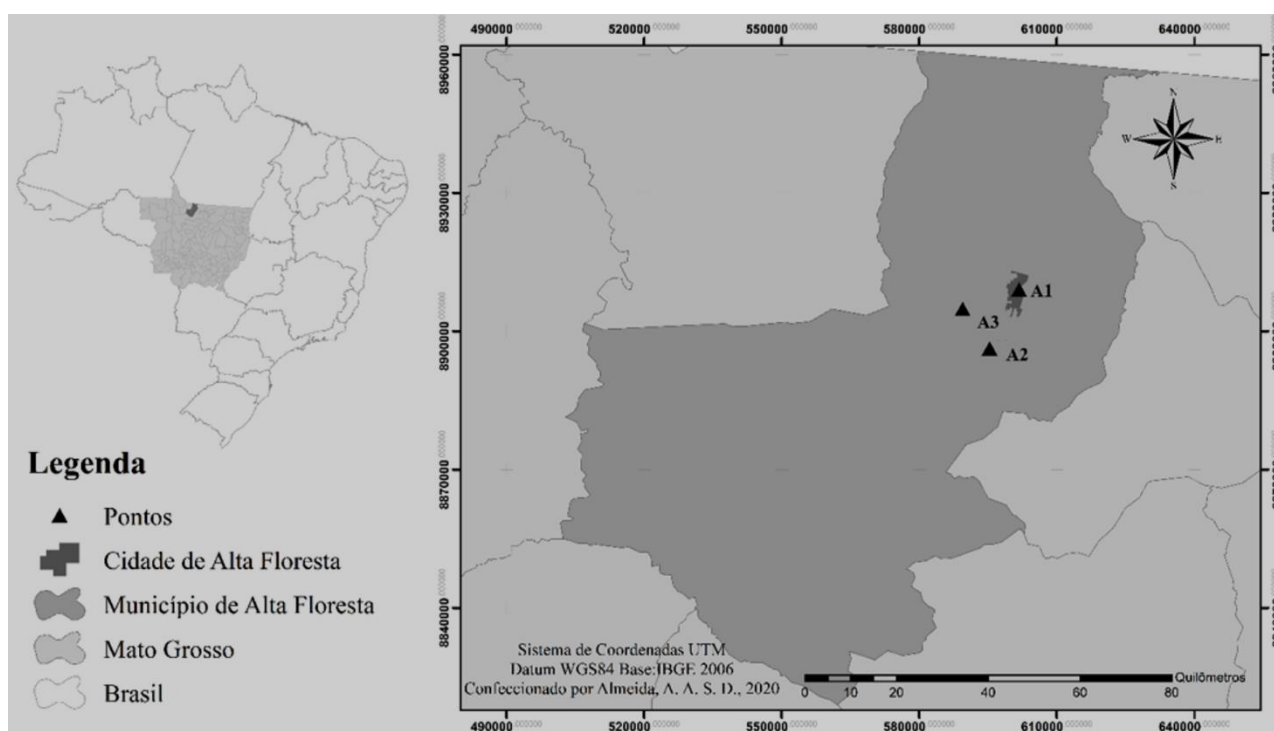


Figura 1. Área de estudo no município de Alta Floresta (MT): bairro Sol Nascente - área urbana (A1); comunidade São Bento (A2) e comunidade Guadalupe (A3) - áreas rurais. Fonte: Adaptado de Fernandes et al. (2021).

Possui o Clima Equatorial Continental Úmido, com temperatura média entre 23,1° a 25,7°C, com período seco de maio a setembro e período chuvoso de outubro a abril (SEPLAN, 2017). A vegetação do

município é constituída principalmente por Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual e Savana Florestada, no bioma Amazônia (Borges et al., 2014).

As coletas foram realizadas no Bairro Sol Nascente, área urbana do município de Alta Floresta, além de observações de espécimes na comunidade São Bento e Guadalupe, localizadas na zona rural do município (Figura 1). As coletas foram realizadas com a retirada de indivíduos com raiz, acondicionados em saco plástico, com informações usuais anotadas no caderno de campo. Após as coletas, os materiais foram levados ao Herbário da Amazônia Meridional (HERBAM) e devidamente herborizados conforme as instruções de Fidalgo e Bononi (1989).

A descrição morfológica foi realizada fazendo uso de amostras frescas no Laboratório de Morfologia Vegetal, nas dependências do HERBAM, com a análise dos órgãos vegetativos e reprodutivos, com auxílio de estereomicroscópio, lâminas de aço, seringas com agulha, régua e papel milimetrado, descrevendo as estruturas de forma qualitativa e quantitativa, com uso de terminologias apropriadas (Radford et al., 1974; Silva; Sales, 2007; Orlandini et al., 2020b).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Phyllanthus amarus Schumach. & Thonn., Beskr. Guin. Pl. 421. 1827. Figura 2a-g

Ervas, 30–80 cm alt., terrícolas, monoicas; ramos jovens angulosos, esverdeados, glabros a glabrescentes, com ramificação filantóide, ramos 4-12,5 cm compr. Estípulas 0,8–1,2 mm compr., lanceoladas a triangulares. Folhas alternas, dísticas, simples, pecíolo 0,5–1 mm compr., glabro, lâmina 6–13 × 3–7 mm, elíptica a oblonga, discolor, base arredondada a levemente cordada, simétrica, ápice obtuso a arredondado, face adaxial glabra, verde escuro, face abaxial puberulenta, verde claro, margem inteira, plana. Inflorescências cimosas, axilares, címulas com duas flores unissexuadas, estaminada e pistilada, monoclamídeas, esverdeadas; brácteas 0,8–1 mm compr., lanceoladas. Flores estaminadas pediceladas, pedicelo 0,8–1,2 mm compr., 5 sépalas, 0,5–1 mm compr., elípticas, glabras, lobos curto-cuspidados; 3 estames, filetes 0,3–0,4 mm compr., unidos, anteras 0,2–0,3 mm compr., unidas, bitecas, deiscência horizontal; disco nectarífero 5-lobado. Flores pistiladas pediceladas, pedicelo 0,8–1,2 mm compr., 5 sépalas, 0,8–1 mm compr., elípticas, lobos curto-cuspidados; gineceu tricarpelar, ovário súpero, 0,5-0,8 mm compr., trilocular, biovulado, placentação axial, 3 estiletos, 0,1-0,2 mm compr., unidos na base, bífidus; disco nectarífero 5-lobado. Fruto cápsula 1,1–1,4 × 1,9–2 mm, transversalmente elíptico, liso, enegrecido externamente quando maduro, deiscência explosiva; 6 sementes, 0,9–1 × 0,6–0,7 mm, trígonoas, estriadas longitudinais presentes, cor castanho-claro, lustrosas. Material testemunho: J.M. Fernandes 1744 (HERBAM) e J.M. Fernandes 1882 (HERBAM).

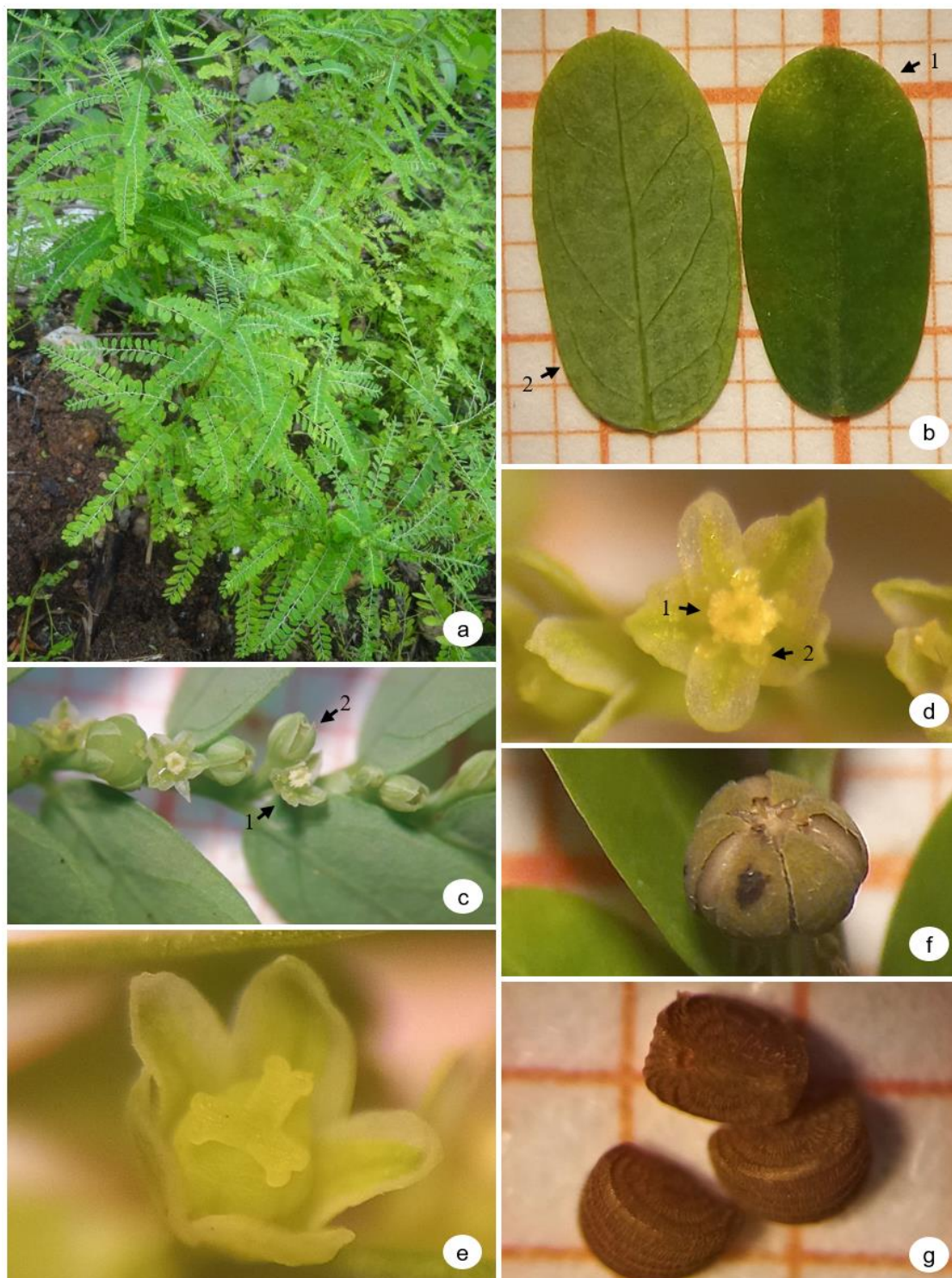


Figura 2. Morfologia de *Phyllanthus amarus*: a) hábito; b) folhas demonstrando face adaxial (seta 1) e face abaxial (seta 2); c) parte do ramo com címulas bissexuais, demonstrando flor masculina (seta 1) e flor feminina (seta 2); d) flor estaminada com destaque ao estame (seta 1) e ao lobo do nectário (seta 2); e) flor pistilada; f) fruto; g) sementes. Fonte: J.M. Fernandes.

A espécie *Phyllanthus amarus* está distribuída na região Pantropical, sendo que nas Américas é encontrada desde os Estados Unidos até a Argentina (Webster, 1970; Webster, 2002). No Brasil, é nativa

com ocorrência no Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Roraima (Norte), Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe (Nordeste), Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso (Centro-Oeste), Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo (Sudeste) e Santa Catarina (Sul), nos domínios da Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal (Orlandini et al., 2021b).

No município de Alta Floresta (MT), a espécie é conhecida como quebra-pedra, facilmente encontra em locais antrópicos como capoeira, quintais urbanos e rurais, margens de estrada e de calçada, usada como medicinal.

Quadro 1. Comparação morfológica entre três espécies de *Phyllanthus* utilizadas na medicina popular no Brasil: *P. amarus*, *P. niruri* e *P. tenellus*.

Espécies	Características morfológicas
<i>P. amarus</i>	é reconhecida como planta monóica, erva ou subarbusto terrestre, entre 7 a 90 centímetro de altura, sem filocládio, ramificação filantoide presente, folhas alternas, elípticas ou oblongas, base simétrica, inflorescências cimosas, cúpulas biflora com uma flor estaminada e outra pistilada, sépalas com ápice cuspidado, estames 3, unidos.
<i>P. niruri</i>	é reconhecida como planta monóica, erva ou subarbusto terrestre, entre 7 a 90 centímetro de altura, sem filocládio, ramificação filantoide presente, folhas alternas, oblongas, base assimétrica, ápice arredondado apiculado, membranáceas, inflorescências cimosas, axilares, cúpulas com flores isoladas, flores estaminadas com pedicelo 2-2,5 mm, 5-meras, estames 3, livres, segmentos do disco estaminado obtriangulares ou trapezoidais, com ápice inteiro ou digitado, flores pistiladas com estiletos curtos, 1,2 mm comprimento e frutos lisos.
<i>P. tenellus</i>	é facilmente reconhecida por ser erva ou subarbusto terrestre, entre 7 a 90 centímetro de altura, sem filocládio, ramificação filantoide presente, folhas alternas, base simétrica, inflorescências cimosas, axilares, cúpulas bissexuadas ou femininas isoladas, flores pistiladas com pedicelo longo (5-6,5 mm), estames 5, livres.

Fonte: Orlandini et al. (2020b).

Phyllanthus amarus assemelha-se morfológicamente a *P. minutulus* Müll.Arg. e a *P. stipulatus* (Raf.) G.L.Webster, sendo a última também com ocorrência no estado de Mato Grosso. Segundo Silva e Sales (2007), *P. amarus* difere-se de *P. minutulus* por este apresentar dois estames (três em *P. amarus*), cúpulas unissexuais estaminadas e flores pistiladas solitárias (vs. cúpulas bissexuais), sépalas estaminadas obovais (vs. oblongo-elípticas) e de *P. stipulatus* pelas sementes com estrias transversais arranjadas em fileiras longitudinais (vs. estrias longitudinais em *P. amarus*), anteras com rimas horizontais (vs. oblíquas) e sépalas pistiladas obovais (vs. oblongo-elíptico em *P. amarus*). Caracteres que foram encontrados nos espécimes examinados em Alta Floresta (MT).

Entre as espécies medicinais de *Phyllanthus* no Brasil, destacam-se *P. amarus*, *P. niruri* e *P. tenellus* (Lorenzi; Abreu-Matos, 2008). Uma comparação morfológica entre as três espécies medicinais é apresentada no quadro 1.

Phyllanthus amarus foi incluída pelo Ministério da Saúde na relação de plantas medicinais de interesse ao Sistema Único de Saúde do Brasil, na última lista elaborada pelo órgão (BRASIL, 2009), enquanto que, *P. niruri* e *P. tenellus*, já foram monografadas pela Farmacopeia Brasileira (ANVISA, 2019), com informações que servem de referência aos produtores e consumidores de plantas medicinais e seus derivados. A Farmacopeia é o Código Oficial Farmacêutico estabelecido por e para o país onde se estabelece os requisitos de qualidade dos produtos farmacêuticos - esses requisitos incluem todos os componentes empregados na fabricação dos mesmos (BRASIL, 2016).

Na Farmacopeia Brasileira (ANVISA, 2019), a droga vegetal de *Phyllanthus niruri* consiste de partes aéreas secas contendo, no mínimo, 6,5% de taninos totais e 0,15% de ácido gálico ($C_7H_6O_5$, 170,12), enquanto que a droga vegetal de *Phyllanthus tenellus* consiste de partes aéreas secas, contendo, no mínimo, 9,0% de taninos totais e 0,12% de ácido gálico ($C_7H_6O_5$, 170,12). No caso de *Phyllanthus amarus* ser uma espécie de interesse do SUS e amplamente utilizada na medicina popular, provavelmente integrará futuras edições da Farmacopeia Brasileira. Mas não é uma regra aos municípios que integram a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos e a Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares do SUS oferecerem apenas espécies que estão na Farmacopeia. Existem outros parâmetros para justificar a inclusão de uma determinada espécie na lista de plantas medicinais que será oferecida em uma determinada Unidade Básica de Saúde (UBS), como, por exemplo, amplo uso na região verificado em estudos etnobotânicos e comprovação científica de sua eficácia.

Em Alta Floresta (MT), a espécie *Phyllanthus amarus*, conhecida como quebra-pedra, é muito usada na medicina popular. A decocção da planta inteira é usada pelos moradores do município no tratamento de cálculos renais, infecção da bexiga, diabetes, problemas do fígado e como diurético (Fernandes, 2002). Farias et al. (2015) citam para o mesmo município que a espécie também é conhecida como quebra-pedra no bairro Jardim Primavera, mas não mencionam usos.

Segundo Lorenzi e Abreu-Matos (2008), as plantas medicinais conhecidas popularmente como quebra-pedra no Brasil, são: *Phyllanthus amarus*, *P. niruri* e *P. tenellus*, que possuem as mesmas utilidades medicinais, empregadas para várias enfermidades no tratamento da litíase renal (pedra nos rins) e, provavelmente, no reumatismo e em outras afecções caracterizadas por taxas elevadas de ácido úrico.

A espécie *Phyllanthus amarus* é citada em vários trabalhos que apresentam a sua importância medicinal. Brito et al. (2015) citam a espécie é conhecida como quebra-pedra, como uma das plantas utilizadas pelos moradores do assentamento Nova Vida, município de Pitimbu, Estado da Paraíba. Lima et al. (2021) em estudo intitulado “Coleção Etnobotânica do Herbário do Instituto Federal do Pará –

Campus Abaetetuba: catalogação e conservação botânica da flora do Baixo Tocantins, Amazônia, Brasil”, citam que essa espécie é conhecida como quebra-pedra, usada como medicinal pela população dessa região que fica no interior do Brasil.

Martinez et al. (2018) em levantamento bibliográfico das plantas utilizadas como potenciais antimaláricos, verificaram 132 espécies de plantas utilizadas no tratamento do parasita (*Plasmodium* spp.), estando *P. amarus* entre as cinco espécies mais citadas, considerada um importante recurso medicinal na Amazônia Ocidental brasileira. Neto-Galvão et al. (2021) em estudo etnobotânico aplicado à seleção de plantas medicinais para cultivos agroecológicos em comunidades rurais do extremo Sul da Bahia, verificaram que *P. amarus* é conhecida entre os moradores como quebra-pedra, usada para problemas nos rins e no sistema urinário.

A espécie *P. amarus* é uma planta com efeito diurético apresentando ação semelhante à Furosemida, um potente diurético de alça, podendo agir de forma sinérgica com fármacos anti-hipertensivos levando à quadros de hipotensão, logo, agregar esses conhecimentos aos profissionais de saúde pode auxiliar na orientação em esquemas de tratamento para pacientes hipertensos (Saraiva et al., 2020).

Os extratos de *P. amarus* apresentam importantes efeitos farmacológicos tanto nos estudos realizados *in vitro* como contra doenças que acometem o fígado (hepatite), no tratamento da dor, da inflamação, estados alérgicos e do câncer, e contra os efeitos do vírus da imunodeficiência adquirida – HIV (Teramoto et al., 2008).

Segundo Pereira et al. (2018), *P. amarus* é uma espécie popularmente denominada “quebra-pedra”, que tem sido amplamente empregada na medicina popular e referida como portadora de propriedades terapêuticas, com teores de polifenóis totais (32,6-44,1 mg.g⁻¹) elevados e com teor de ácido gálico semelhante a *P. niruri*, conforme dados da Embrapa Agroindústria Tropical. Os mesmos autores citam que as propriedades farmacêuticas atribuídas a *P. amarus* estão associadas à presença de lignanas, triterpenos, alcaloides e polifenóis, entre outros componentes ativos.

Pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas obtiveram os primeiros resultados da atividade antichagásica e leishmanicida de substâncias extraídas das folhas do quebra-pedra - *P. amarus*, onde os testes (*in vitro*) demonstraram que as lignanas, classe de metabólitos secundários majoritários da espécie, apresentam ação antiprotozoária importante contra os parasitas causadores da doença de Chagas e da leishmaniose cutânea (Melo, 2020). Esses pesquisadores isolaram e elucidaram quimicamente 12 lignanas bioativas presentes nas folhas do quebra-pedra, como substâncias pertencentes às classes de flavonóides, polifenóis, triterpenos e esteroides, classes que apresentam propriedades antitumorais, antioxidantes e anti-inflamatória já comprovadas em diferentes estudos científicos.

CONCLUSÃO

Phyllanthus amarus é uma espécie nativa e com ampla distribuição no Brasil, facilmente reconhecida no município de Alta Floresta (MT) por apresentar címulas bissexuais, flores estaminadas com sépalas elípticas, três estames unidos, anteras com deiscência horizontal, flores pistiladas com sépalas elípticas e sementes com estrias longitudinais.

No geral, o chá de toda a planta é usado na medicina popular brasileira para cálculos renais (litíase renal), infecção da bexiga, malária, diabetes, problemas do fígado e como diurético. Mediante a diversidade de uso medicinal e aceitação popular, desde 2009 *P. amarus* é uma espécie que integra a Relação de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS, o que intensificou a pesquisa em várias áreas do conhecimento, desde a taxonômica até a farmacológica.

Dados animadores mostram o potencial da espécie no tratamento de hepatite, tratamento da dor, inflamação, alergia, câncer, ação anti-hipertensivo, até mesmo atividade antichagásica e leishmanicida, dentre outros. Fica evidente que a flora brasileira oferece inúmeras possibilidades medicamentosas ao SUS. O que ainda limita ou retarda a produção de novos fitoterápicos e fitofármacos no país, fazendo uso de espécies nativas, está relacionado, principalmente, ao pouco investimento em pesquisa a longo prazo e na dificuldade de diálogo entre os profissionais de diferentes áreas envolvidos desde a pesquisa até a produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aita AM et al. (2009). Espécies medicinais comercializadas como “quebra-pedras” em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 19(2): 471-477. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2009000300022>
- Alves MC et al. (2021). Inovação e produção científica acerca da *Phyllanthus niruri* Linn.: uma análise prospectiva. *Cadernos de Prospecção*, 14(1): e223. <https://doi.org/10.9771/cp.v14i1.36248>
- ANVISA (2019). Farmacopeia Brasileira: monografias - plantas medicinais - Vol 2., 6 ed. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/PLANTAS%20MEDICINAIS%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/PLANTAS%20MEDICINAIS%20(1).pdf) Acesso em: 15/01/2021.
- Borges HBN et al. (2014). Flora arbórea de Mato Grosso: tipologias vegetais e suas espécies. Cuiabá: Entrelinhas, 2014.
- Boscolo OH, Galvão MN (2019). Levantamento etnobotânico de plantas medicinais em duas comunidades da região serrana do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Fitos*, 13(1): 212-231. DOI:10.32712/2446-4775.2019.829

- BRASIL (2009). MS elabora Relação de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/sus/pdf/marco/ms_relacao_plantas_medicinais_sus_0603.pdf. Acesso em: 11/02/2022.
- BRASIL (2016). Política e Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos. Brasília: Ministério da Saúde. 190p.
- Brito MFM et al. (2015). Conhecimento etnobotânico local sobre plantas medicinais: uma avaliação de índices quantitativos. *Interciencia*, 40(3): 156-164.
- Conceição LO et al. (2019). Morfologia e biometria de espécies conhecidas como quebra-pedra das famílias Phyllanthaceae e Euphorbiaceae. *Revista Cubana de Plantas Medicinais*, 24(2). Disponível em: <http://www.revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/691/366> Acesso em 15 de dezembro de 2021.
- David M, Pasa MC (2017). Articulações entre a etnobotânica e os conhecimentos da disciplina ciências da natureza. *Revista REAMEC: Revista da Rede Amazônia de Educação em Ciências e Matemática*, 5(2): 249-264.
- Fagundes NCA et al. (2017). Etnobotânica de plantas medicinais utilizadas no distrito de Vista Alegre, Claro dos Poções – Minas Gerais. *Revista Fitos*, 11: 62-80. DOI:10.5935/2446-4775.20170007
- Farias LF et al. (2015). Levantamento etnofarmacológico de plantas medicinais utilizadas no bairro Jardim Primavera, Alta Floresta – MT. *Enciclopédia Biosfera*, 11(21): 3225-3235.
- Fernandes JM (2002). Plantas medicinais de Alta Floresta: com contribuição à etnobotânica. Alta Floresta: Gráfica Cidade. 62p.
- Fernandes JM et al. (2021). Morfologia de espécies medicinais de boldo cultivadas no Brasil. *Research, Society and Development*, 10(6): e42910615824. DOI:10.33448/rsd-v10i6.15824
- Fidalgo O, Bononi VLR (1989). Técnicas de coleta, preservação e herborização do material botânico. São Paulo: Instituto de Botânica. 62p.
- IBGE (2017). Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv100600.pdf>. Acesso em: 28/07/2021.
- IBGE (2020). Brasil/Mato Grosso/Alta Floresta. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/alta-floresta/pesquisa/31/29644>. Acesso em: 19/07/2021.
- Jantan I et al. (2019). An insight into the modulatory effects and mechanisms of action of *Phyllanthus* species and their bioactive metabolites on the immune system. *Frontiers in Pharmacology*, 10(1): e-878, 2019. Doi 10.3389/fphar.2019.00878


- Judd WS et al. (2009). Sistemática vegetal: um enfoque filogenético. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 632p.
- Lima SL et al. (2021). Coleção Etnobotânica do Herbário do Instituto Federal do Pará – Campus Abaetetuba: catalogação e conservação botânica da flora do Baixo Tocantins, Amazônia, Brasil. *Research, Society and Development*, 10(12): e590101220533. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20533>
- Lorenzi H, Abreu-Matos FJ (2008). Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas. 2 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora. 544p.
- Maia FC et al. (2020). *Phyllanthus niruri* L. (stone-breaker) as an alternative of anti-human diseases, antimicrobial agent, and its applicability to combat resistant microorganisms - a brief review. *Brazilian Journal of Natural Sciences*, 3(2): 342-353. DOI: <https://doi.org/10.31415/bjns.v3i2.99>
- Martinez LN et al. (2018). Avaliação etnobotânica de plantas utilizadas como potenciais antimaláricos na região da Amazônia Oriental brasileira. *Interfaces Científicas – Saúde e Ambiente*, 6(2): 9-20.
- Melo H (2020). Estudo investiga uso de substâncias isoladas da planta medicinal “quebra-pedra” no combate à doença de chagas e a leishmaniose cutânea. Disponível em: <http://www.fapeam.am.gov.br/estudo-investiga-uso-de-substancias-isoladas-da-planta-medicinal-quebra-pedra-no-combate-a-doenca-de-chagas-e-a-leishmaniose-cutanea/>. Acesso em: 11/02/2022.
- Mesquita SS et al. (2020). Etnobotânica das plantas medicinais utilizadas nos cuidados com a saúde na comunidade Nossa Senhora do Livramento, Acará, Pará. *Gaia Scientia*, 14(2): 142-159.
- Neto-Galvão M et al. (2021). Ethnobotany applied to the selection of medicinal plants for agroecological crops in rural communities in the Southern end of Bahia, Brazil. *Revista Fitos*, 15: 40-57. DOI 10.32712/2446-4775.2021.1091
- Oliveira IP et al. (2016). Conhecimento de plantas medicinais e relação com o ambiente por alunos de duas escolas de ensino fundamental do município de Viçosa do Ceará, Ceará. *Pesquisa em Educação Ambiental*, 11: 81-93. DOI: <http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.vol11.n1.p81-93>
- Orlandini P et al. (2020a). *Phyllanthaceae* in Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB186>>. Acesso em: 09/12/2021.
- Orlandini P et al. (2020b). *Phyllanthus* in Flora do Brasil. 2020b. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB24160>>. Acesso em: 09/12/2021.
- Pereira RCA et al. (2018). Produção de Biomassa e de Compostos Bioativos em *Phyllanthus amarus* (Schumach. & Thonning) e *Phyllanthus niruri* L. no Estado do Ceará, Brasil. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 19p.

- PMAF (2021). Geografia. - Prefeitura do Município de Alta Floresta. Disponível em https://www.gp.srv.br/transparencia_altafloresta/servlet/inf_div_detalhe?12>. Acesso em: 12/11/2021.
- Radford AE et al. (1974). Vascular plant systematics. New York: Harper & Row. 890p.
- Saraiva JLQ et al. (2020). Capacitação sobre o uso da quebra-pedra (*Phyllanthus amarus* Schum Et. Thom.) e suas interações com fármacos anti-hipertensivos: um relato de experiência. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/63039-Texto%20do%20artigo-228813-1-2-20210310.pdf>. Acesso em: 11/02/2022.
- SEPLAN (2017). Regiões de planejamento de Mato Grosso. Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão. Cuiabá: Secretaria de Estado de Planejamento.
- Silva MJ, Sales MF (2007). *Phyllanthus* L. (Phyllanthaceae) em Pernambuco, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 21(1): 79-98. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062007000100008>
- Souza VC, Lorenzi H (2008). Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado no APG III. 3 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora. 768p.
- Stevens PF (2021). Angiosperm Phylogeny Website. Version 14, July 2017 [and more or less continuously updated since] - page last updated 21/05/2021. Disponível em: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>. Acesso em: 10/11/2021.
- Teramoto JRS et al. (2008). Avaliação dos teores das lignanas filantina, hipofilantina e nirantina em quebra-pedra (*Phyllanthus amarus* Schumach. & Thonn.), sob condições de deficiência hídrica. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 10(4): 67-75.
- Webster GL (1970). Revision of the *Phyllanthus* (Euphorbiaceae) in the continental United States. *Brittonia*, 22(1): 44-76.
- Webster GL (2002). A synopsis of the brazilian taxa of *Phyllanthus* section *Phyllanthus* (Euphorbiaceae). *Lundellia*, 5(1): 1-26.


Mudas de rosa do deserto são responsivas ao caule decomposto de babaçuzeiro como substrato

Recebido em: 15/02/2022


Aceito em: 18/02/2022


 10.46420/9786581460297cap3


Sâmia dos Santos Matos¹ 


Waldey Ferreira dos Santos² 


Larissa Macelle de Paulo Barbosa¹ 

Romário Martins Costa^{3*} 

Marcos Renan Lima Leite¹ 

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos² 

Edson Dias de Oliveira Neto¹ 

Rayssa Carolinne Mouzinho de Sousa¹ 

INTRODUÇÃO

A floricultura vem se consolidando como uma atividade econômica promissora no Brasil, devido a produção e comercialização de flores gerarem lucros ao produtor de pequena, média e grande escala (Costa; Chiba, 2017), movimentando um valor de R\$ 7,3 bilhões, contribuindo para a consolidação de 215.818 empregos diretos no país (Ibraflor, 2018).

A comercialização de flores e plantas de vaso no Brasil vem ganhando importância relativa sobre as flores e folhagens de corte, devido a melhor relação de custos versus benefícios, menores custos relativos, maior durabilidade, maior praticidade no uso decorativo e no manuseio doméstico ou no ambiente profissional (Junqueira; Peetz, 2014). Nesse segmento, a rosa do deserto (*Adenium* sp.) pertencente à família Apocynaceae, nativa da África tropical e da Arábia, se destaca no mercado ornamental de flores devido à resistência ao déficit hídrico, ao aspecto estrutural, facilidade na manutenção, a beleza das flores com variações de formas e tonalidades abundantes, com longa duração, além disso, o engrossamento do caudex e a moldura das raízes pode levar a planta alcançar altos valores de mercado (Varella et al., 2015; Tiago Neto et al., 2017).

No entanto, mesmo com a boa aceitação e alto valor econômico alcançado no mercado, a produção comercial dessa espécie ainda é recente e pouco se conhece sobre o manejo da cultura, existindo ainda vários fatores que limitam a sua produção, incluindo a recomendação de substratos. Segundo Colombo et al. (2017), esses contribuem para formação de mudas de qualidade, devido as suas

¹ Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI.

² Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, MA.

³ Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, PI.

* Autor correspondente: romariomartins@ufpi.edu.br

características físicas, como a densidade e a porosidade, atuando na disponibilidade de água e ar para o meio, e fornecendo maior ou menor resistência à emergência de plântulas. Em relação as propriedades químicas, o pH, capacidade de troca catiônica e a disponibilidade de nutrientes tem grande importância na produção de mudas (Paulus; Paulus, 2007).

Na região Nordeste, os produtores de mudas enfrentam problemas com os altos custos dos substratos comerciais em virtude da produção se concentrar nas regiões Sul e Sudeste do país. Uma alternativa diante deste entrave na cadeia produtiva, é o uso de substratos que tenha disponibilidade de aquisição na região (Sousa et al., 2011).

O caule decomposto de babaçuzeiro entra como uma das opções de matéria-prima como substrato, visto que o Maranhão é um estado rico em florestas de babaçuzeiro, com cerca de 10 milhões de hectares (Frazão, 2001). Segundo Barbosa et al. (2019), o caule decomposto de babaçuzeiro incrementa a produção de mudas de *Hibiscus rosa-sinensis*, tornando-se uma alternativa para os produtores de plantas ornamentais.

Estudos sobre a produção de mudas de rosas do deserto na literatura ainda são incipientes, portanto, objetivou-se com essa pesquisa avaliar a produção de mudas de rosas de deserto cultivadas em substratos de caule decomposto de babaçuzeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação na área experimental do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais/Universidade Federal do Maranhão (CCAA/UFMA), durante os meses de maio a novembro de 2018 no município de Chapadinha – MA (03°44'28,7" S; 43°18'46" W e 107 m de altitude). O solo é caracterizado como um Latossolo Amarelo distrófico (LAd), de textura franco-arenosa (Santos et al., 2013).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os substratos foram formulados com 0, 20, 40, 60 e 80% de caule decomposto de babaçuzeiro (CDB), acrescidos de solo (LAd). Nas Tabelas 1 e 2 pode-se verificar a caracterização física e química dos substratos. A coleta para preparo dos substratos foi realizada no município de Chapadinha-MA, em uma área com plantas de babaçu que se encontravam caídas e em processo de decomposição. O material foi peneirado em peneira com malha de abertura de 5 mm de diâmetro, e em seguida homogeneizado juntamente com o solo, de acordo com as proporções predeterminadas.

As sementes foram embebidas em água durante 24 horas, em seguida, fez-se a semeadura em bandejas de poliestireno com 128 células, utilizando uma semente por célula. Após a semeadura foi efetuada uma aplicação com fungicida a base hipoclorito de sódio com intuito de prevenir possíveis

ataques de fungo. As bandejas foram alocadas em uma mini estufa coberta com plástico transparente para protegê-las das fortes chuvas e do sol pleno, e regadas quando necessário.

Tabela 1. Valores da densidade global (DG), densidade de partícula (DP) e porosidade (P) dos substratos a base de caule decomposto de babaçuzeiro (CDB), acrescido de solo. Fonte: os autores.

CDB	DG	DP	P
%	g cm ⁻³		%
0	1,44	2,67	45,99
20	1,28	2,64	51,53
40	1,18	2,57	54,01
60	0,98	2,24	56,22
80	0,73	1,88	60,91

Tabela 2. Valores de pH, condutividade elétrica (CE) e teores totais de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) dos substratos a base de caule decomposto de babaçuzeiro (CDB), acrescido de solo. Fonte: os autores.

CDB	pH	CE	N	P	K	Ca	Mg	S
%		dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹			
0	5,06	0,10	0,63	13	0,07	0,80	0,30	1,05
20	4,88	0,61	1,23	14	0,67	1,60	1,00	3,80
40	5,11	1,36	1,46	13	1,82	3,20	1,70	7,60
60	4,83	1,79	2,02	13	2,35	4,40	2,80	10,80
80	5,16	3,00	3,47	27	6,17	10,90	4,60	24,60

Aos 30 dias após a semeadura, foi realizado o transplântio das mudas para vasos plásticos com capacidade de 1,16 L, seguindo as mesmas proporções dos substratos das bandejas. Os recipientes com as plantas foram alocados em casa de vegetação coberta com sombrite com interceptação de 50% da luminosidade, e as regas foram realizadas uma vez ao dia.

Aos 200 dias após o transplântio, sucedeu-se a avaliação das seguintes variáveis: o número de folhas (NF), a partir da contagem do número de folhas total em cada muda; o comprimento da raiz (CR), a altura da planta (ALP) e a altura do caudex (ALCX) foi utilizada uma régua milimétrica; para o diâmetro do caule (DC) e diâmetro do caudex (DCX) utilizou-se um paquímetro digital (Digimes®); as massas secas das

folhas (MSF), massa seca do caule (MSC) e massa seca das raízes (MSR), obtidas pela pesagem em balança de precisão após o material ser levado à estufa de circulação forçada de ar sob temperatura de 55 a 60 °C, durante 72 horas.

Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos resíduos. Atendido ao pressuposto, aplicou-se a análise de variância (ANOVA) e foi realizada a comparação de médias pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade por meio do software InfoStat® versão 2018.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As proporções de caule decomposto de babaçuzeiro empregadas na produção de mudas de rosa do deserto proporcionaram incremento no número de folhas (Figura 1A), com média máxima de 36,25 folhas para o substrato com 80% de CDB, que diferiu estaticamente dos demais tratamentos.

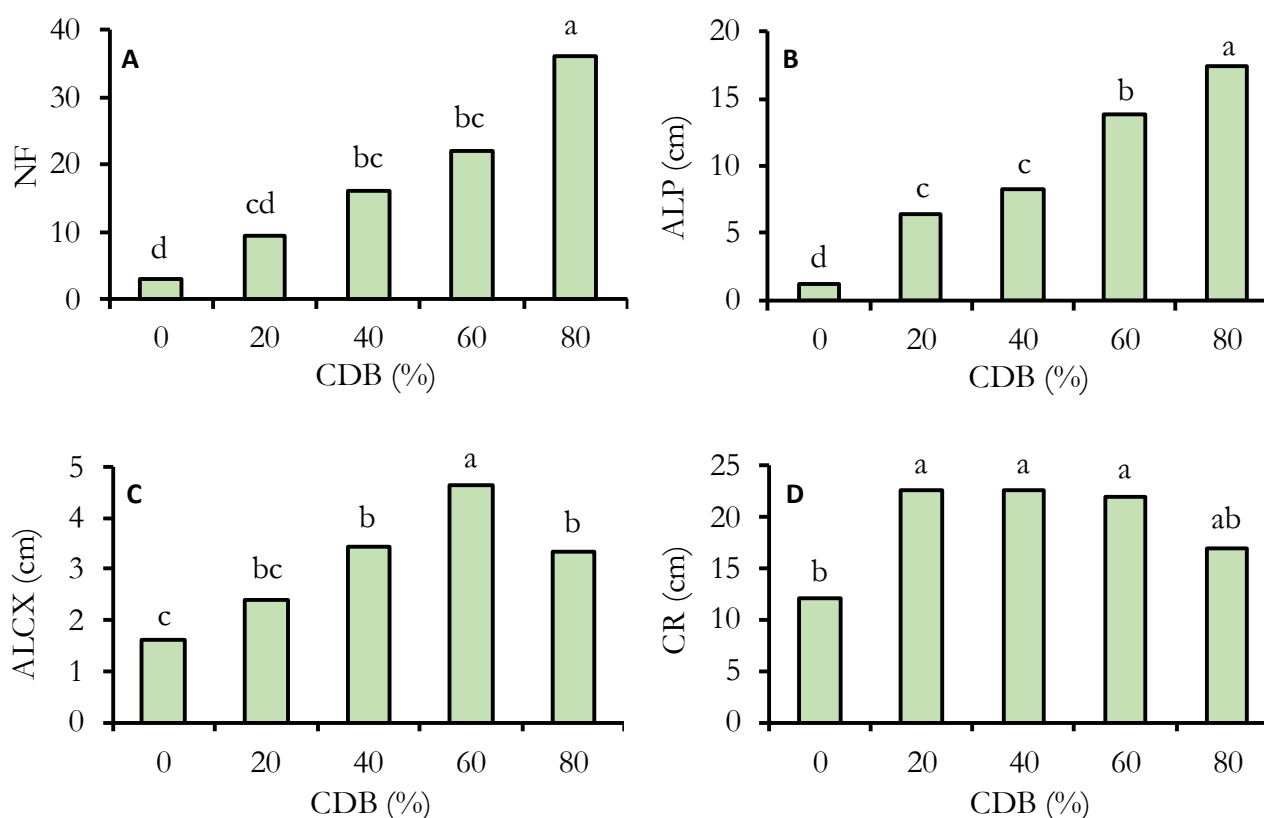


Figura 1. Número de folhas (NF) (A), altura da planta (ALP) (B), altura do caudex (ALCX) (C) e comprimento radicular (CR) (D) de mudas de rosas do deserto sob diferentes substratos de caule decomposto de babaçuzeiro (CDB), acrescido de solo. Fonte: os autores.

Esse resultado pode ser atribuído ao melhor aporte nutricional as mudas, na (Tabela 2) é possível constatar que os maiores valores de macronutrientes estão associados ao substrato citado anteriormente.

As características físicas como porosidade e densidade também contribuem com esse efeito devido retenção de água e conseqüentemente na sua disponibilidade (Colombo et al., 2017).

A altura da planta (Figura 1B) apresenta comportamento similar ao número de folhas para o substrato com 80% CDB, com média de 17,48 cm. Uma das formas de avaliar o crescimento das plantas é através da altura, segundo Pes e Arenhardt (2015), os nutrientes são componentes que influenciam diretamente no crescimento e desenvolvimento das plantas, nesse crescimento ocorre a multiplicação, alongamento e diferenciação celular como resposta ao maior aporte nutricional.

O substrato com 60% de CDB proporcionou maior altura do caudex (Figura 1C), diferindo dos demais substratos. Para o comprimento da raiz (Figura 1D) não foram detectadas diferenças estatísticas ($p < 0,05$) entre as proporções com 20, 40, 60 e 80% de CDB, com médias superiores ao tratamento controle (0% de CDB). Este resultado pode estar atrelado a maior quantidade de fósforo presente nos substratos com CDB (Tabela 2), dado que esse nutriente é constituinte da adenosina trifosfato (ATP) e está diretamente relacionado com o desenvolvimento de raízes, assim como a porosidade e densidade dos substratos (Tabela 1).

Os substratos com 40, 60 e 80% de CDB proporcionaram maiores médias de diâmetro do caule (Figura 2A), não diferindo entre si.

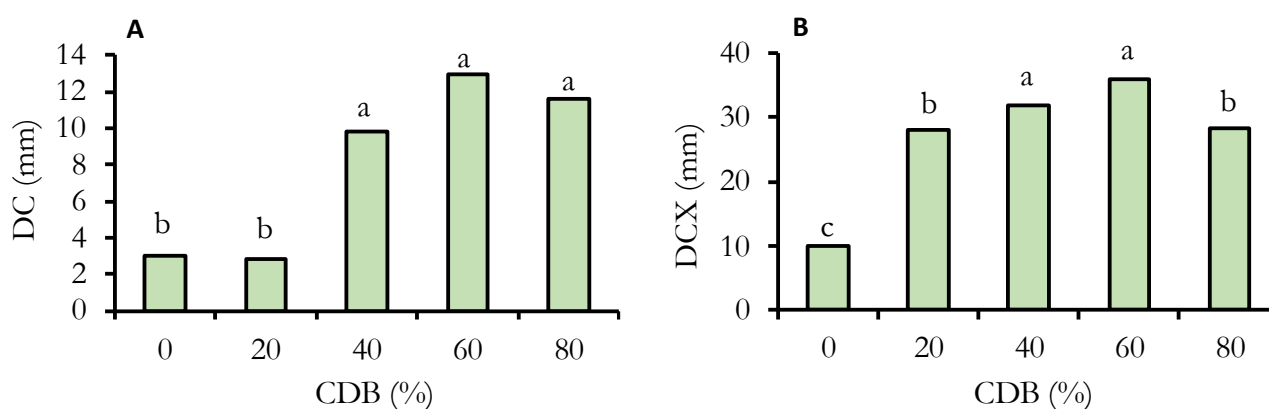


Figura 2. Diâmetro do caule (DC) (A) e diâmetro do caudex (DCX) (B) de mudas de rosas do deserto sob diferentes substratos de caule decomposto de babaçuzeiro (CDB), acrescido de solo. Fonte: os autores.

Juntamente com a altura, nos parâmetros anatômicos e morfológicos de qualidade das mudas, o diâmetro é também uma característica muito importante na escolha e sobrevivência de plantas de rosa do deserto em campo (Gomes et al., 2002).

O diâmetro máximo do caudex (Figura 2B) foi observado nos substratos com 40 e 60% CDB, com médias de 31,86 e 35,99 mm, respectivamente. As plantas de rosa do deserto possuem a capacidade de armazenar água e nutriente como forma de adaptação ao ambiente de origem, o que promove o

engrossamento do caudex, sendo essa uma característica que chama a atenção dos consumidores e que eleva seu valor comercial (Santos et al., 2015).

Taiz e Zieger (2013) afirmam que a melhor maneira de avaliar o crescimento de uma planta é analisando sua massa seca. Nesse aspecto, os substratos com 60 e 80% de CDB proporcionaram médias de massa seca do caule e raiz superiores aos das plantas cultivadas com substratos formulados com 0, 20 e 40% de CBD (Figura 3A e B).

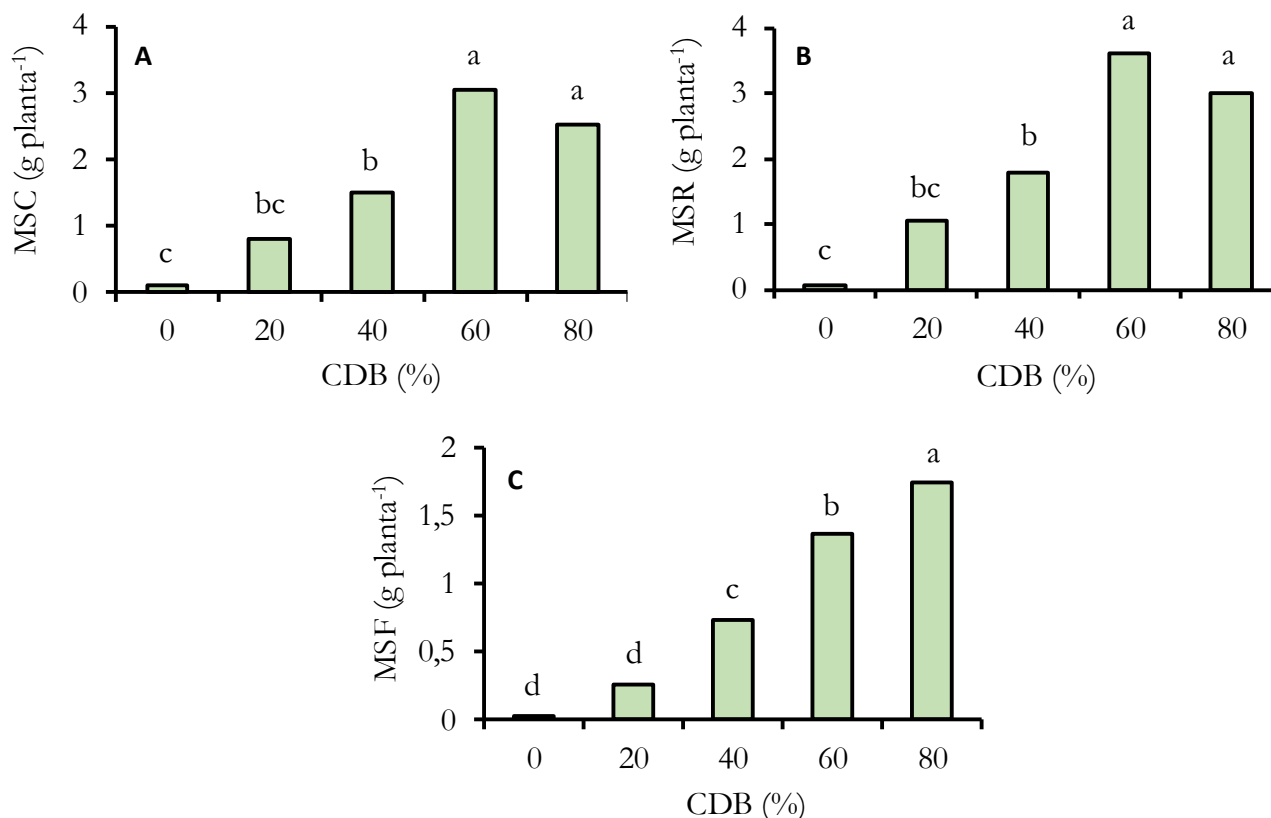


Figura 3. Massa seca do caule (MSC) (A), massa seca radicular (MSR) (B) e massa seca da folha (MSF) (C) de mudas de rosas do deserto sob diferentes substratos de caule decomposto de babaçuzeiro (CDB), acrescido de solo. Fonte: os autores.

Quanto a massa seca das folhas (Figura 3C), o substrato com 80% CDB obteve maior acúmulo, com média de 1,74 g, diferindo estatisticamente dos demais substratos. Os resultados referentes as massas secas do caule, raiz e folhas indicam que o crescimento das plantas foi influenciado pelos substratos com os maiores teores de macronutrientes (Tabela 2).

CONCLUSÕES

Os substratos com 60 e 80% de caule decomposto de babaçuzeiro, acrescidos de solo, proporcionam maiores incrementos nos parâmetros morfológicos de mudas de rosas do deserto.

Do ponto de vista econômico, recomenda-se o substrato com 60% de caule decomposto de babaçuzeiro na etapa de produção de mudas de rosas do deserto.


REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbosa LMP et al. (2019). Caule babassu decompost as substrate and rooting in the seedling production of hibiscus. *Asian Academic Research Journal of Multidisciplinary*, 6(5): 22-21.
- Colombo RC et al. (2017). Production of desert rose seedlings in different potting media. *Ornamental Horticulture*, 23(3): 250-256.
- Costa ACM, Chiba HS (2017). Caracterização das práticas de produção utilizadas por produtores de flores e plantas ornamentais na Amazônia. *Revista Espacios*, 38(28): 21-29.
- Frazão JMF (2001). Governo do Estado do Maranhão. Alternativas econômicas para agricultura familiar assentadas em áreas de ecossistemas de babaçuais. São Luís. 120p.
- Gomes JM et al. (2002). Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, 26(6): 655-664.
- IBRAFLOR (2018). Informativo Instituto Brasileiro de Floricultura 6/2018. Disponível em: <<https://www.ibraflor.com.br>>. Acesso em: 28/02/2020.
- Junqueira AH, Peetz MS (2014). O setor produtivo de flores e plantas ornamentais do Brasil, no período de 2008 a 2013: atualizações, balanços e perspectivas. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, 20(2): 115-120.
- Paulus D, Paulus E (2007). Efeito de substratos agrícolas na produção de mudas de hortelã propagadas por estaquia. *Horticultura Brasileira*, 25(4): 594-597.
- Pes LZ, Arenhardt MH (2015). *Fisiologia Vegetal*. Santa Maria: UFSM. 81p.
- Santos HG et al. (2013). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 3 ed. Brasília: EMBRAPA. 353p.
- Santos MM et al. (2015). Tecnologias para produção de mudas de rosa do deserto (*Adenium obesum*). *Multi-Science Journal*, 1(3): 79-82.
- Sousa HHF et al. (2011). Produção de mudas de *Zinia elegans* em substratos à base de resíduos agroindustriais e agropecuários em diferentes tamanhos de recipientes. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, 17(2): 115-120.
- Taiz L, Zeiger E (2013). *Fisiologia vegetal*. 5 ed. Porto Alegre: Artemed. 952p.
- Tiago Neto LJ et al. (2017). Ocorrência de insetos fitófagos em *Adenium obesum* (Forssk.) Roem. & Schult no estado de Goiás. *Revista Agro@mbiente On-line*, 11(4): 379-384.
- Varella TM et al. (2015). In vitro germination of desert rose varieties. *Ornamental Horticulture*, 1(2): 227-234.


Rendimento de fitomassa de plantas de cobertura sob déficit hídrico no município de Uruçuí-PI

Recebido em: 15/02/2022


Aceito em: 19/02/2022


 10.46420/9786581460297cap4

Samilo Eduardo Dantas¹ 

Paulo Henrique Dalto² 

Maria de Fátima Marques Pires^{2*} 

Acacyara Batista de Sousa² 

Romário Martins Costa² 

INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado é considerado o segundo maior bioma brasileiro, e apresenta um conjunto de características referentes a solo e clima favoráveis para a expansão de fronteiras agrícolas. À vista disso, a região vem sendo impulsionada pela expansão do agronegócio (Lumbreras et al., 2016). O clima do Cerrado é bastante diversificado, entretanto, predomina o tropical com duas estações do ano bem definidas, uma chuvosa e outra seca marcada por deficiência hídrica (Coutinho, 2016).

O desempenho da agricultura na região do Cerrado brasileiro nos últimos anos, deixa nítido a importância do bioma para a economia do país. A região apresenta, portanto, grande expansão e intensificação do uso do solo, principalmente, para o cultivo de grãos (Fontana et al., 2016). Desse modo, a adoção de sistemas de manejo do solo apropriado as condições edafoclimáticas da região torna-se importante, para proporcionar condições ideais ao desenvolvimento das culturas de modo a promover a conservação do solo.

A sustentabilidade nos sistemas agrícolas, que inclui a conservação do solo (Bogunovic et al., 2018), vem sendo estimulada, entre outras finalidades com a de reduzir o uso de insumos químicos e a mobilização do solo. Nesse cenário, a prática de deixar o solo coberto torna-se promissora para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas (Damour et al., 2016). Neste sentido, a manutenção dos resíduos vegetais no solo, é uma prática de manejo promotora da qualidade do solo, entretanto, carece de maior caracterização, visando sua fundamentação nas regiões de exploração agrícola, como é o caso do Cerrado. Além do que essa prática de manejo busca aumentar as entradas de resíduos vegetais visando mantê-los na superfície do solo, propiciando maior proteção da estrutura destes solos e ainda a ciclagem dos nutrientes pela mineralização destes resíduos vegetais (Evans et al., 2016).

¹ Universidade Estadual do Piauí, Uruçuí, PI.

² Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, PI.

* Autor correspondente: fatimapiresbl@hotmail.com

Normalmente, as culturas comerciais produzem quantidade insuficiente de palha para manter o solo coberto durante todo o ano. Nestes casos, o uso de plantas de cobertura é uma alternativa para manter os princípios do sistema de semeadura direta. Além do que, ainda propiciam inúmeros benefícios, como o aumento dos teores de matéria orgânica, melhorias na atividade biológica e estrutura do solo, controle de plantas invasoras (Leslie et al., 2017), entre outros.

Para a escolha adequada das plantas de cobertura a serem utilizadas para essa finalidade, faz-se necessário considerar várias características relacionadas ao solo, ambiente e principalmente ao clima, de forma a garantir boa produção de massa seca e a adequada ciclagem de nutrientes (Alvarez et al., 2017). Assim, características como o teor de lignina, a relação C/N, a capacidade de enraizamento e de estabelecer simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio, além de fatores relacionados a melhoria nos atributos físicos, químicos e microbiológicos do solo devem ser considerados na escolha (Silva et al., 2017; Sousa et al., 2019). Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o rendimento de fitomassa em diferentes plantas de cobertura sob déficit hídrico, no município de Uruçuí- PI, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do experimento

O experimento foi conduzido no município de Uruçuí, Piauí, Brasil, na área experimental do Instituto Federal do Piauí (IFPI), situado nas coordenadas 7°16'32.7"S 44°30'21.2"O, a 378 metros acima do nível do mar. O clima segundo Köppen e Geiger é Aw, a temperatura média é de 27,2 °C e a pluviosidade média anual de 1.069 mm (Climate-Data, 2016). O solo da região é classificado como Latossolo Amarelo distrófico (Santos et al., 2018).

Histórico da área

A área referente ao experimento foi convertida de Cerrado nativo à área agricultável no ano de 2012. Após a supressão florestal foram aplicados 4,0 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico, incorporados com grade aradora 28". No ano agrícola 2013/2014 o solo foi deixado em pousio, e na safra seguinte (2014/2015), aplicou-se 4,0 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico incorporados com grade aradora 28" com posterior plantio de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) e milho (*Pennisetum americanum* L.) cv. ADR 300. Já na safra 2015/2016 foram aplicadas 4,0 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico e 180 kg ha⁻¹ de superfosfato triplo, incorporados com grade aradora 28" seguida de escarificação a 30 cm de profundidade, logo após, o solo foi nivelado com grade niveladora de 22".

Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi no esquema de blocos ao acaso, com dez tratamentos e quatro repetições, totalizando quarenta parcelas experimentais. Os tratamentos foram: T1 (testemunha, composta pela vegetação espontânea); T2 (milheto); T3 (sorgo forrageiro); T4 (braquiária); T5 (braquiária + guandu); T6 (braquiária + crotalária); T7 (milheto + crotalária); T8 (milheto + crotalária + guandu); T9 (sorgo + braquiária + guandu); T10 (sorgo + braquiária + crotalária).

O experimento foi instalado na safra 2015/2016 no período de janeiro a maio de 2016. Após o preparo do solo com grade aradora de 28" realizou-se a semeadura manual das plantas de cobertura. Sendo em sulcos para as culturas do sorgo, feijão guandu anão e crotalária, e, a lanço para as culturas do milheto e da braquiária. A incorporação das sementes se deu manualmente com a ajuda de um rastelo. Realizou-se a adubação das parcelas com 185 kg do formulado 02-30-15 na ocasião do plantio.

Coleta das amostras

A avaliação da produção de fitomassa seca das plantas de cobertura foi realizada aos 130 dias após o plantio (maio de 2016). Utilizou-se um quadro de 1 m², lançado aleatoriamente na parcela e as plantas contidas dentro do quadro foram cortadas rente ao solo. O material vegetal foi seco em forno de microondas, conforme a metodologia proposta por de Souza et al. (2002). Após secagem as amostras foram pesadas em balança analítica e os resultados de rendimento de fitomassa foram expressos em Mg ha⁻¹.

Análise estatística

De posse dos dados, estes foram submetidos a análise de variância e, quando significativos utilizou-se o teste de Duncan ($p < 5\%$) para a comparação de média, com o auxílio do software InfoStat (Di Rienzo et al., 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ano agrícola 2015/16 mostrou-se atípico quanto ao regime de chuvas, somando um total de 312 mm entre os meses de janeiro e maio de 2016, muito abaixo da precipitação histórica (704 mm) registrada para o mesmo período no município de Uruçuí-PI (Figura 1). Quanto a temperatura, a média de 2016 foi superior à média histórica em aproximadamente 1,4 °C (Climate-Data, 2016). As condições climáticas durante a condução do experimento revelam que houve déficit hídrico ao longo do desenvolvimento das culturas de coberturas avaliadas neste estudo.

Foi verificado efeito significativo pelo Teste F ($p < 0,01$) das plantas de cobertura para o rendimento de fitomassa (Tabela 1).

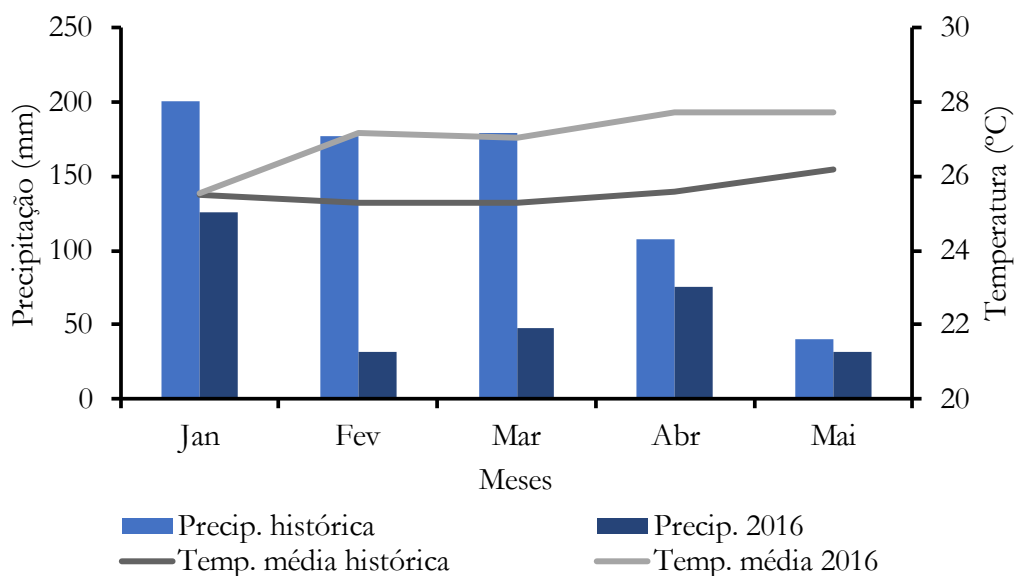


Figura 1. Índices pluviométricos e temperatura média mensal históricos e do período de condução do experimento. (Fonte: Climate-Data, 2016). Elaborada pelos autores.

Tabela 1. Análise de variância para a produção de fitomassa de plantas de cobertura sob déficit hídrico no município de Uruçuí-PI. Fonte: os autores.

FV*	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	11.866,66	3.955,55	0,6657 ^{ns}
Tratamento	9	360.544,65	40.060,51	6,7425 ^{**}
Resíduo	27	160.421,40	5.941,53	
Total	39	532.832,71		

*FV: fontes de variação; GL: grau de liberdade; SQ: soma dos quadrados; QM: quadrado médio; F: teste F; **: significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 01$); *: significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 05$); ns: não significativo ($p > 05$).

Todos os tratamentos diferiram da testemunha (vegetação espontânea) pelo teste Duncan ($p < 0,05$) (Figura 2). A braquiária apresentou produção de fitomassa ($3,79 \text{ Mg ha}^{-1}$) superior ao monocultivo de milho ($1,80 \text{ Mg ha}^{-1}$) e sorgo forrageiro ($2,03 \text{ Mg ha}^{-1}$), e dos cultivos consorciados de milho + crotalaria ($2,03 \text{ Mg ha}^{-1}$), milho + crotalaria + guandu ($2,65 \text{ Mg ha}^{-1}$), e sorgo + braquiária + guandu ($2,97 \text{ Mg ha}^{-1}$). Contudo, não diferiu dos demais tratamentos avaliados.

O milho e o sorgo, tratamentos que apresentaram os menores rendimento de fitomassa, mostraram aumentos quando cultivados em consórcio com leguminosas. Segundo Menezes et al. (2009), o consórcio pode proporcionar melhor produção de matéria seca em comparação as espécies isoladas. Essa resposta é resultante do aprimoramento da biodiversidade através de efeitos de facilitação e

complementaridade entre as culturas, capaz de elevar o rendimento do sistema quando comparado ao monocultivo (Brooker et al., 2014).

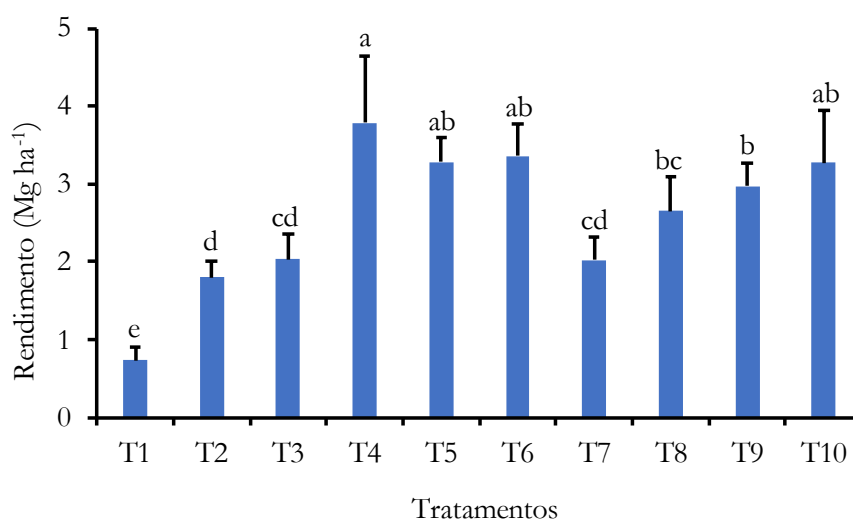


Figura 2. Produção de fitomassa de plantas de cobertura sob déficit hídrico no município de Uruçuí-PI. T1 (testemunha); T2 (milheto); T3 (sorgo forrageiro); T4 (braquiária); T5 (braquiária + guandu); T6 (braquiária + crotalária); T7 (milheto + crotalária); T8 (milheto + crotalária + guandu); T9 (sorgo + braquiária + guandu); T10 (sorgo + braquiária + crotalária). Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Fonte: os autores.

O melhor desempenho do consórcio gramínea-leguminosa pode estar relacionado a ciclagem de nitrogênio proveniente da fixação biológica oriunda da relação simbiótica entre bactérias e raízes das leguminosas. Assim, durante o desenvolvimento das culturas, o nitrogênio fixado biologicamente beneficia as culturas não leguminosas, como já relatado em outros estudos (Wang et al., 2020; Thilakarathna et al., 2016). Wang et al. (2019) verificaram transferência de nitrogênio para a cultura do milho variando de 15,4 a 21,5% do nitrogênio fixado pela alfafa. Thilakarathna et al. (2016) relataram transferência de até 18,5% do nitrogênio fixado de trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.) para grama azul (*Poa pratensis* L.).

Para as gramíneas avaliadas nesse estudo, os maiores rendimentos de fitomassa seca foram observados para braquiária (3,79 Mg ha⁻¹), seguido do sorgo (2,03 Mg ha⁻¹) e do milheto (1,80 Mg ha⁻¹). Contudo, o sorgo e milheto não diferiram entre si. Esse resultado corrobora com os estudos de Ferreira e Lamas (2010), porém difere dos relatos de Torres *et al.* (2008), nos quais encontraram maiores rendimento para o milheto (10,3 Mg ha⁻¹), seguido pelo sorgo (7,1 Mg ha⁻¹) e braquiária (6,0 Mg ha⁻¹).

Ferreira e Lamas (2010) ao avaliarem plantas de cobertura do solo em região de Cerrado no estado de Goiás, verificaram que a braquiária em monocultivo ou em consórcio com leguminosas (*C. juncea* ou *C. spectabilis*) apresentam maiores rendimentos de fitomassa, e maior persistência da cobertura sobre o solo. As maiores quantidades de fitomassa seca da braquiária é possivelmente à sua capacidade de enraizamento

em maiores profundidades, resultando em maiores acúmulos de nutrientes (Pacheco et al., 2011; Sousa et al., 2019).

Não houve diferença entre o monocultivo da braquiária e o consórcio duplo com braquiária + leguminosa (gandu ou crotalaria), ou no consórcio triplo com sorgo + braquiária + crotalaria. Contudo, de uma perspectiva conservacionista, os consórcios tornam-se mais interessantes, sobretudo pela diversificação das espécies utilizadas e pela fixação biológica de nitrogênio promovida pelas bactérias fixadoras de N atuantes nas raízes das leguminosas (Pissinati et al., 2018), podendo reduzir a necessidade de fertilização nitrogenada e aumentar o rendimento das culturas subsequentes (Scopel et al., 2013).

De maneira geral, nesse estudo foi observada uma baixa produção de fitomassa seca, especialmente para o milho (1,8 Mg ha⁻¹) e sorgo forrageiro (2,0 Mg ha⁻¹). Esse resultado pode ser atribuído a baixa precipitação pluviométrica e altas temperatura durante a condução do experimento (Figura 1).

O potencial produtivo das espécies utilizadas como cobertura varia em função do local e as condições climáticas de cada região. Sousa et al. (2019), Pires et al. (2020) e Pacheco et al. (2017), todos no Cerrado piauiense, encontraram rendimentos de fitomassa seca da braquiária superiores a 5,5, 6 e 10 Mg ha⁻¹, respectivamente. Enquanto Torres e Pereira (2014) avaliando a produção e decomposição de resíduos de plantas de cobertura no Cerrado mineiro em diferentes anos agrícolas, encontraram rendimentos que variaram de 1,4 a 6,0 Mg ha⁻¹. Ferreira et al. (2018) relatam que sob condições adequadas de disponibilidade hídrica a braquiária pode atingir rendimentos superiores a 11 Mg ha⁻¹.

Os diferentes rendimentos de fitomassa observados no presente estudo, também podem estar associados ao período de manejo (corte) e/ou ao ciclo vegetativo das plantas de cobertura, uma vez que, quanto maior o ciclo vegetativo, maior a quantidade de fitomassa produzida (Pissinati et al., 2018).

As plantas de cobertura devem, além de apresentar crescimento rápido (Perreira et al., 2018), produzir quantidade elevada de matéria seca e apresentar permanência sobre a superfície do solo (Sousa et al., 2019). De acordo com estes autores, algumas espécies apresentam maior produção de fitomassa, contudo, possuem taxas de decomposição bastante elevadas. Nesse sentido, a qualidade dos resíduos das plantas de cobertura é determinante para a sua persistência sobre o solo por um período mais prolongado.

A finalidade da produção de fitomassa é determinante para a escolha das espécies de cobertura. Plantas com menores teores de lignina e maiores taxas de decomposição, promovem maiores rendimentos em cultura subsequente, nesse sentido, são mais adequadas para a ciclagem de nutrientes (Carvalho et al., 2011). Por outro lado, quando o cultivo de plantas de cobertura é realizado com o intuito de formação de palhada para o plantio direto, deve ser priorizado as espécies com menores taxa de decomposição, como o consórcio milho + crotalaria (*Crotalaria spectabilis*, *Crotalaria ochroleuca*) ou os monocultivo de gandu (cv. IAPAR 43, cv. IAC-Fava Larga), *Crotalaria ochroleuca* e milho, pois esses apresentam maior persistência sobre o solo (Sousa et al., 2019).

CONCLUSÕES

A braquiária apresenta grande potencial de rendimento de fitomassa seca, tanto em monocultivo, quanto em cultivos consorciados, podendo ser uma boa opção para cobertura de solos em período de déficit hídrico no município de Uruçuí- PI.

Todos os tratamentos avaliados que possuem consórcio triplo podem ser recomendados para a produção de fitomassa.

Não necessários outros estudos avaliando a permanência da palhada sobre o solo de cada umas culturas avaliadas nesse estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- Alvarez R et al. (2017). Cover crop effects on soils and subsequent crops in the pampas: A meta-analysis. *Soil and Tillage Research*, 170:53-65.
- Bogunovic I et al. (2018). Tillage management impacts on soil compaction, erosion and crop yield in Stagnosols (Croatia). *Catena*, 160:376-384.
- Brooker RW et al. (2014). Improving intercropping: a synthesis of research in agronomy, plant physiology and ecology. *New Phytologist*, 206: 107-117.
- Carvalho AM et al. (2011). Cover plants with potential use for crop-livestock integrated systems in the Cerrado region. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46(10): 1200-1205.
- Climate-Data (2016). Disponível em: <<http://pt.climate-data.org/>>. Acesso em: 10/10/2016.
- Coutinho L (2016). *Biomass brasileiros*. Oficina de Textos, São Paulo, Brasil. 123 p.
- Damour G et al. (2016). Leaf area development strategies of cover plants used in banana plantations identified from a set of plant traits. *European Journal of Agronomy*, 74: 103-111.
- De Souza GB et al. (2002). Determinação de matéria seca e umidade em solos e plantas com forno de microondas doméstico. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste. Circular técnica 33, 9 p.
- Di Rienzo JÁ et al. (2018). InfoStat versión 2018. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Evans R et al. (2016). Fall-seeded cereal cover crops differ in ability to facilitate low-till organic bean (*Phaseolus vulgaris*) production in a short-season growing environment. *Field Crops Research*, 191:91-100.
- Ferreira ACB et al. (2018). Suppressive effects on weeds and dry matter yields of cover crops. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 53(05): 566-574.
- Ferreira ACB, Lamas FM (2010). Espécies vegetais para cobertura do solo: influência sobre plantas daninhas e a produtividade do algodoeiro em sistema plantio direto. *Revista Ceres*, 57(6): 778-786.

- Fontana A et al. (2016). Características e atributos de Latossolos sob diferentes usos na região Oeste do Estado da Bahia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51:1457-1465.
- Leslie AW et al. (2017). Influence of cover crops on arthropods, free-living nematodes, and yield in a succeeding no-till soybean crop. *Applied Soil Ecology*, 117:21-31.
- Lumbreras JF et al. (2016). Caracterização, potencial agrícola e perspectivas de manejo de solos leves no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51:1003-1020.
- Menezes LA et al. (2009). Produção de fitomassa de diferentes espécies, isoladas e consorciadas, com potencial de utilização para cobertura do solo. *Bioscience Journal*, 25(1): 7-12.
- Pacheco LP et al. (2011). Produção e ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura nas culturas de arroz de terras altas e de soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35(5): 1787-1800.
- Pacheco LP et al. (2017). Biomass and nutrient cycling by cover crops in Brazilian Cerrado in the state of Piauí. *Revista Caatinga*, 30(1): 13-23.
- Pires MFM et al. (2020). Conservation system improves soil microbial quality and increases soybean yield in the Northeastern Cerrado. *Bragantia*, 79(4): 599-611.
- Pissinatti A et al. (2018). Yield components and nutrients content in summer cover plants used in crop rotation in no-tillage system. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 49(13): 1604-1616.
- Santos HG et al. (2018). Sistema brasileiro de classificação de solos. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa. 356 p.
- Scopel E et al. (2013). Conservation agriculture cropping systems in temperate and tropical conditions, performances and impacts. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33: 113-130.
- Silva MP et al. (2017). Plantas de cobertura e qualidade química e física de Latossolo Vermelho distrófico sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 12:60-67.
- Sousa DC et al. (2019). Dry mass accumulation, nutrients and decomposition of cover plants. *Journal of Agricultural Science*, 11: 152-156.
- Thilakarathna MS et al. (2016). Nitrogen fixation and transfer of red clover genotypes under legume–grass forage based production systems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 106: 233-247.
- Torres JLR et al. (2008). Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43(3): 421-428.
- Torres JLR; Pereira MG (2014). Produção e decomposição de resíduos culturais antecedendo milho e soja num Latossolo no Cerrado mineiro. *Comunicata Scientiae*, 5(4): 419-426.
- Wang X et al. (2020). Enhancement of rhizosphere citric acid and decrease of $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ ratio by root interactions facilitate N fixation and transfer. *Plant Soil*, 447: 169-182.


Uso de água residuária na agricultura

Recebido em: 21/02/2022


Aceito em: 24/02/2022


 10.46420/9786581460297cap5


Fernando Ferrari Putti^{1*} 

Willian Aparecido Leoti Zaneti¹ 

Bruno Cesar Goes³ 

Larissa Chamma² 

Gustavo Ferreira da Silva² 

Geraldo Gomes de Oliveira Júnior² 

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável para o desenvolvimento da sociedade, com uma variedade de usos no cotidiano. Implicando na necessidade de manutenção, de padrões de quantidade e qualidade, visto ser um bem finito. Sendo crucial para a expansão populacional, a partir do desenvolvimento econômico, demandado pela urbanização, setor energético e de industrialização, assim como o setor agrícola com a necessidade de suprir a carência hídrica, dentro dos parâmetros adequados das culturas (Bertoncello et al., 2021; Oliveira et al, 2021).

Evidenciando um aumento mundial de utilização nos últimos 100 anos, em torno de seis vezes. O que aponta, de acordo com os dados do Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos de 2018, uma demanda atual estimada em torno de 4.600 km³/ano e que tende aumentar aproximadamente nos próximos anos em 20% a 30% (Silva et al., 2019).

O que delimita a água como um recurso de valor inestimável e com um grau de atenção particular quanto a sua gestão. Devido sustentar toda a vida humana, os processos, produção, bem como os ecossistemas (Tavares e Araújo, 2020).

Considerando sua entrada nos sistemas hidrológicos, constitui-se principalmente por meio da precipitação. E nos últimos anos vem se observando uma mudança na incidência de volumes, com uma redução da disponibilidade hídrica. O que torna cruciais estudos de diferentes variáveis, uso de solo, captação, interferência das variáveis climáticas, atividades antrópicas, dentre outras, como forma de buscar a preservação (Jardim et al., 2019).

¹ Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Engenharia, Tupã, SP, Brasil

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS), Muzambinho, MG, Brasil.

³ Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS), Alfenas, MG, Brasil

* Autor correspondente: fernando.putti@unesp.br

Sobretudo, estudos mostram oscilações nas variáveis pluviométricas, evaporativas e evapotranspirativa, por meio do emprego de balanços hídricos, que permite observar em um período de tempo, as taxas de alteração de valores da quantidade de água em uma parcela determinada de solo. De modo que, os índices evaporativos e evapotranspirativo, sobressaem os pluviais, indicando cada vez mais problemas de escassez (Medeiros et al., 2021).

Atrelado a eventos de baixa incidência de precipitação e escassez cíclica de chuvas, com irregularidades de distribuição espacial e temporal, que afetam todos os setores, desde produção agropecuária até os de armazenamento de água (Villes et al., 2019).

Apontando não ser um problema apenas de prioridade do setor agropecuário na necessidade do emprego sustentável da água, no qual, muitas vezes é sentenciado pelo emprego de irrigação. Necessitando de um olhar prioritário de todos os setores socioeconômicos e global, com o intuito de desenvolver estratégias mitigadoras e concepções de conscientização mais plausíveis (Notisso e Formiga, 2020; Souza e Sant Anna, 2020).

Visto que mesmo o planeta possuir uma distribuição superficial com 70% de cobertura de água, 97% é considerada salgada, restando apenas 3%, considerada doce. No entanto, desta pequena porcentagem 2,4% encontram-se em regiões de acesso restrito ou em geleiras. Com um restante de pouco mais de 0,5% em condições acessíveis, presentes na atmosfera, lagos e rios (Baptista e Nascimento, 2022).

Necessitando de uma atenção maior na conscientização do uso da água, uma vez que, grande parte da população mundial já tem dificuldade ao acesso de água potável, vivendo em regiões de escassez extrema, acesso limitado de uso e até mesmo consumindo recursos em condições inapropriadas e contaminados (Cantelle et al., 2018).

Além de cada vez mais não ser um problema evidente de regiões com índices considerados áridos e secos, mas também de locais com precipitações consideráveis e abundantes. Uma vez que, somado a incidência de mudanças climáticas e desperdício de água atrelado a poluição dos cursos hídricos. Evidencia um desequilíbrio entre demanda, disponibilidade e a necessidade de preservação (Fagundes et al., 2020).

O que diante deste cenário de pressão sobre os recursos hídricos, faz impulsionar a exigência da imposição da administração pública, bem como de toda a sociedade, a desenvolver novas soluções, tecnologias, estudos e até mesmo ideias, que possam assegurar uma melhor gestão e buscar eficácia de uso (Lima e Zuffo, 2020).

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo trazer um panorama sobre as questões hídricas e sua escassez, bem como os principais aspectos ambientais e que envolvem a interferência das mudanças climáticas.

MATERIAL E MÉTODOS

A partir do objetivo determinado no presente estudo em que buscou realizar uma revisão de literatura para entender o estado da arte sobre o uso de água residuária na agricultura. Desta forma foi realizada uma busca ativa nos principais portais de busca acadêmica para levantar os estudos que pudessem embasar nosso trabalho. Assim inicialmente foi contextualizado o estudo em seguida foi realizado um estudo sobre o uso de água residuária na agricultura onde buscamos relacionar seus aspectos no solo e na planta. Em seguida buscou discutir e apresentar sobre os aspectos legais sobre o uso da água residuária. E por fim onde apresentamos as conclusões e perspectivas futuras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uso de água residuária na agricultura: aspectos no solo e planta

O uso da água residuária é uma alternativa viável para suprir os problemas provenientes do desperdício de água e a deficiência hídrica, principalmente como a agricultura irrigada (Medeiros et al., 2020). Além disso, a aplicação de água residuária traz benefícios ambientais, como a absorção e aumento da disponibilidade de água (Lemos et al., 2018).

O reaproveitamento da água residuária, não apresenta risco de contaminação humana, quando utilizadas em culturas que o produto não seja comestível, como o caso de flores ornamentais e girassol. Além disso, este recurso apresenta muitos benefícios, como a redução do uso de adubos, por causa do grande montante de nutrientes orgânicos disponíveis (Medeiros et al., 2008; Costa et al., 2009; Ribeiro et al., 2009; Deon et al., 2010; Andrade, 2011; Ribeiro et al., 2012; Freitas et al., 2013).

A água residuária possui nutrientes como P e N (Marguti et al., 2008; Henrique et al., 2010), os principais nutrientes requeridos pelas plantas e limitantes a sua produtividade (Neves et al., 2006; Figueirêdo et al., 2007). O K também é encontrado nas águas residuárias, porém em menor quantidade. Sendo assim, é possível controlar a disposição de água residuária (Melo et al., 2009), de forma que os nutrientes sejam recebidos nas quantidades corretas.

Pesquisadores vêm estudando a viabilidade do uso de água residuária tanto na produtividade de algumas culturas como no solo em que são aplicadas. Neto et al. (2016), estudando o uso de água residuária de suínos e o efeito associado a fertilizante mineral nas culturas de soja e milho segunda safra em sistema de plantio direto observaram que na cultura da soja houve aumento na massa de mil grãos e altura de plantas e redução na nodulação. Além disso, a aplicação de água residuária de suínos na soja causou efeito no milho cultivado em sucessão (segunda safra), proporcionando maiores teores de massa de mil grãos e produtividade de milho.

Em outras culturas, como feijão, o uso água residuária de esgoto tratado proporcionou altas produtividades mesmo com a utilização de menores doses de adubos químicos, demonstrando ser uma

fonte eficiente no fornecimento de água e nutrientes, reduzindo a quantidade de fertilizantes aplicada durante o ciclo de cultivo. No caso da utilização de 50% da adubação recomendada ou até mesmo 25% garantem elevada produtividade ($>3500 \text{ kg ha}^{-1}$) (Souza et al., 2015).

Na cultura do algodoeiro, um estudo comparando o efeito de água residuária e de poço no crescimento vegetativo do algodão BRS Verde, avaliando irrigação com água de poço; a irrigação com água de poço + adubação orgânica (húmus) 20 Lm^{-2} ; a irrigação com água de lagoa de polimento e irrigação das plantas com água de esgotos decantados, observaram que o efluente decantado com altas concentrações de matéria orgânica e nutrientes proporcionou maiores valores de diâmetro caulinar e altura de plantas. Além disso o uso de esgoto doméstico possibilitou alcançar altas produtividades (Fideles Filho et al., 2005).

Outro exemplo de impacto positivo de água residuárias na produtividade, é o uso de resíduo da produção de mandioca que pode ser utilizado na cultura do girassol. O resíduo conhecido como cação da manipueira, quando utilizados em doses iguais a $136 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ aumentou a área foliar, o índice de área foliar e massa seca da parte aérea (Dantas et al., 2017). Ainda na cultura do girassol, Andrade et al. (2012), demonstram que o uso de água residuária na irrigação, proporcionou maior crescimento para todos os genótipos de girassol estudados.

Em relação as mudanças químicas que podem ocorrer no solo com a aplicação de água residuária, Dias et al. (2013), estudando a aplicação de água residuária de esgoto em dois tipos de solo, Cambissolo e Latossolo, observou que este provocou alterações químicas no solo com textura mais argilosa (Cambissolo), como no pH, N, P, matéria orgânica, K, Ca e Na. Já no Latossolo, o resíduo alterou apenas o Ca. Santos et al. (2018), ao analisarem o potencial do impacto do uso de efluente doméstico tratado nas características do solo cultivado com quiabo, observaram que estes acarretaram o aumento nos teores de matéria orgânica, Na e na capacidade de troca de cátions.

Nesse contexto, torna-se importante também avaliar o efeito residual do uso de água residuária. Desta foram, Bortoni et al. (2018), estudando o efeito residual de água residuária de bovinocultura na cultura do rabanete, apontaram melhora significativa na fertilidade do solo e no crescimento das culturas. Entretanto, tratamentos que receberam altas doses de água residuária de bovinocultura apresentaram elevados teores de sódio, o que pode ter sido responsável pela diminuição do desempenho do rabanete, indicando a necessidade de se evitar elevadas concentrações de água.

Além destas pesquisas, outros pesquisadores estudaram o efeito da água residuária tanto nas plantas como no solo. Na tabela 1, pode-se encontrar outros exemplos de relatos científicos.

Em suma, a água residuária apresenta vários aspectos benéficos, tanto como um meio sustentável, tanto pela redução do uso de água, como por ser uma fonte alternativa de disponibilizar nutrientes,

apresentando aspectos positivos para várias culturas. No entanto, em doses excessivas podem causar prejuízos às culturas, desta forma, devem ser utilizadas de forma consciente.

Tabela 1. Relação de trabalhos com aplicação de lodo de esgoto na agricultura. Fonte: Os autores.

Autores / ano	DOI	Resultado
Singh e Agrawal (2012)	10.1007/s40003-012-0044-4	As propriedades físico-químicas e biológicas do solo foram alteradas sob uso de água residuária por longo prazo.
Abegunrin et al., 2013	10.5897/JSSEM2013.0412	O uso de água residuária de cozinha não impactou negativamente os solos, no entanto, é necessário práticas adequadas de tratamento, visando remover elementos tóxicos.
Masciandaro et al. (2014)	10.1016/S1002-0160(14)60048-5	O uso simultâneo de água residuária e corretivo orgânico melhorou a qualidade e fertilidade do solo, agindo também como fonte de água.
Häring et al. (2017)	10.1038/s41598-018-22637-7	O uso da água residual aumentou o pH do solo e o sódio trocável.
Oliveira et al. (2017)	10.15809/irriga.2017v22n1p204-219	O uso da água residuária na irrigação melhorou o desenvolvimento das plantas de girassol.
Khawla et al. (2018)	10.1016/j.ecoenv.2018.12.025	O uso de água residuária alterou as propriedades químicas do solo. E o uso na irrigação por gotejamento subsuperficial diminuiu a quantidade de contaminação do solo e do milho por oligoelementos metálicos.
Sales e Roman (2019)	10.15809/irriga.2019v24n3p645-661	A utilização da água residuária tratada por radiação solar influenciou no desenvolvimento da cebolinha, acarretando em aumento de produtividade.

Legislação sobre o uso de água residuária na agricultura

A ARC é rica em compostos orgânicos, inorgânicos e também matéria orgânica em suspensão (Brasil, 2010). Sendo assim, não podem ser lançadas diretamente nos corpos hídricos, sem prévio tratamento, em função do potencial impacto ambiental. A disposição incorreta da ARC pode levar a mortalidade de organismos aquáticos, especialmente pela redução da concentração de oxigênio.

Campos et al. (2010) realizando estudo sobre a caracterização físico química e energética da água residuária do café processado por via úmida, encontraram valores médios de 16.452 mg L⁻¹ e 9.011 mg L⁻¹ para demanda química de oxigênio (DQO) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) respectivamente.

Segundo os mesmos autores os elevados valores obtidos, indicam que, caso fosse despejada em curso hídrico, a ARC causaria mortalidade de peixes, desequilíbrio da vida aquática e também eutrofização.

No Brasil, a lei nº 9.605/1998 dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Segundo a referida lei, a ocorrência de morte de espécies da fauna aquática por meio da emissão de efluentes ou carreamento de materiais em rios, lagos, açudes e lagoas, bem como a poluição hídrica que resulte ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora, é considerado crime ambiental (Brasil, 1998).

Portanto, o lançamento de água residuária do café (ARC) em desacordo com a legislação é proibido, podendo resultar em penalidade aos responsáveis. Neste sentido, o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (2011) estabelece que os efluentes somente poderão ser lançados em corpos receptores após o devido tratamento e atendendo as condições, padrões e exigências da resolução nº 430/2011. Muito embora, o CONAMA estabeleça os parâmetros de referência por meio das suas resoluções, estados e municípios também podem estabelecer normas ambientais específicas para o respectivo lançamento de efluentes, tendo como referência o CONAMA (Soares et al., 2013).

Neste contexto, o reúso da ARC constitui em uma estratégia técnica importante, uma vez que, pode fortalecer os pilares da sustentabilidade gerando vantagens econômicas, sociais e ambientais. No entanto, este reúso deve ser realizado com critérios técnicos e planejado por profissionais capacitados, visto que, o uso inadequado também pode causar danos ambientais, como contaminação do solo, eutrofização bem como danos econômicos e sociais (Costa et al., 2021).

Infelizmente mesmo como todo o potencial da cultura cafeeira, não existe no Brasil, uma regulamentação específica para o reúso da ARC, o que segundo Costa et al (2021), contribui para gerar insegurança aos produtores que tenham interesse de efetuar o mesmo, por falta de confiabilidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista as crescentes alterações climáticas sofridas pelo mundo impactando diretamente no meio ambiente e no desenvolvimento de nações, o número de pesquisas que buscam solucionar esses problemas ambientais de maneira sustentável também é crescente.

E nessa vertente, a água é um dos principais recursos estudados por ser um recurso cada vez mais escasso e ser a base para vida, animal e vegetal, ressaltando a importância para o desenvolvimento da agricultura no mundo.

Sendo assim, estudos que busquem otimizar a utilização da água pelas culturas agrícolas é cada vez mais comum, acentuado por pesquisas que prezam pela reutilização desses recursos para serem reaproveitados na agricultura. Nesse avanço, em paralelo a esses estudos, pesquisas são realizadas para

avaliar os efeitos das águas residuárias nas culturas agrícolas e também nos seres humanos, com debates e atualização de legislações que rege a política nacional dos recursos hídricos.

O avanço no conhecimento científico é primordial para o desenvolvimento da agricultura de menor impacto para o meio ambiente, de maneira cada vez mais sustentável.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais pela concessão do projeto da chamada universal (APQ-00498-16) e à UNESP pelo pós-doutorado concedido ao primeiro autor (Processo 408/2015).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abegunrin TP et al. (2013). Effect of kitchen wastewater irrigation on soil properties and growth of cucumber (*Cucumis sativus*). *Journal of Soil Science and Environmental Management*, 4(7): 139-145.
- Andrade LO et al. (2011). Produção de flores de girassol ornamental irrigada com água residuária sob doses de esterco bovino. In: IV WINOTEC – Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação, Fortaleza, CE. 5p.
- Andrade LO et al. (2012). Crescimento de girassóis ornamental em sistema de produção orgânica e irrigada com água residuária tratada. *Irriga*, 1(01): 69-82.
- Baptista OGS et al. (2022). Água potável: escassez e gestão do consumo em condomínios residenciais metropolitanos. *Brazilian Journal of Development*, 8(1): 8384-8397.
- Bertoncello AG et al. (2018). O grafeno na dessalinização d'água e o impacto nas regiões com crise hídrica. *South American Development Society Journal*, 7(19): 74-60.
- Bortoni SF et al. (2018). Efeito residual da fertirrigação com água residuária de bovinocultura na qualidade de um solo argilo-arenoso. *Revista Engenharia na Agricultura*, 26(5): 452-463.
- Brasil (1998). Lei 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e da outras providências. *Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, p.1.*
- Brasil (2010). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Efeitos da água residuária do café em plantas e no substrato de cultivo de aveia, milho e alface. Brasília: EMBRAPA. 8p.
- Brasil (2011). Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. *Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, p.89.*

- Campos et al (2010). Caracterização físico química, bioquímica e energética da água residuária do café processado por via úmida. *Bioscience*, 26 (4): 514-524.
- Cantelle TD et al. (2018). Panorama dos recursos hídricos no mundo e no Brasil. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 11(4): 1259-1282.
- Costa et al (2021). Avaliação de impactos ambientais no reuso de águas residuárias da cafeicultura. *Brazilian Journal of Development*, 7 (8): 76798-76811.
- Costa FX et al. (2009). Efeitos residuais da aplicação de biossólidos e da irrigação com água residuária no crescimento do milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13(6): 687-693.
- Dantas MS et al. (2017). Análise de crescimento e produtividade do girassol adubado com água residuária da mandioca. *Revista Caatinga*, 30(4): 963-970.
- Deon MD et al. (2010). Produtividade e qualidade da cana-de-açúcar irrigada com efluente de estação de tratamento de esgoto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45(10): 1149-1156.
- Dias NS et al. (2013). Atributos químicos de solo fertirrigado com água residuária no semiárido brasileiro. *Irriga*, 18(4): 661-674.
- Fagundes OS et al. (2020). A crise hídrica e suas implicações no agronegócio brasileiro: Uma revisão bibliográfica. *Scientific Electronic Archives*, 13(1): 42-50.
- Fideles Filho J et al. (2005). Comparação dos efeitos de água residuária e de poço no crescimento e desenvolvimento do algodoeiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 9(1): 328-332.
- Figueirêdo MCB et al. (2007). Avaliação da vulnerabilidade ambiental de reservatórios à eutrofização. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 12(4): 399-409.
- Freitas CAS et al. (2013). Efluente de esgoto doméstico tratado e reutilizado como fonte hídrica alternativa para a produção de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17(7): 727-734.
- Håring V et al. (2018). Effects of biochar, waste water irrigation and fertilization on soil properties in West African urban agriculture. *Scientific Reports*, 8(1): 1-3.
- Henrique IN et al. (2010). Remoção biológica de fósforo em reatores em bateladas sequenciais com diferentes tempos de retenção de sólidos. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 15 (2): 197-204.
- Jardim AMRF et al. (2019). Estudos climáticos do número de dias de precipitação pluvial para o município de Serra Talhada-PE. *Revista Engenharia na Agricultura*, 27(4): 330-337.
- Khawla K et al. (2019). Accumulation of trace elements by corn (*Zea mays*) under irrigation with treated wastewater using different irrigation methods. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 170: 530-537.


- Lemos M et al. (2018). Nutritional evaluation of forage cactus fertigated with domestic sewage effluent. *Revista Caatinga*, 31(2): 476-486.
- Lima DN et al. (2020). O papel da gestão pública na gestão de recursos hídricos: uma gestão contemporânea a luz da governabilidade e governança. *Brazilian Journal of Development*, 6(9): 70143-70154.
- Marguti AL et al. (2008). Otimização de processos físico-químicos na remoção de fósforo de esgotos sanitários por processos de precipitação química com cloreto férrico. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 13: 395-404.
- Masciandaro G et al. (2014). Fertigation with wastewater and vermicompost: soil biochemical and agronomic implications. *Pedosphere*, 24(5): 625-634.
- Medeiros LC et al. (2020). Morfometria de girassóis irrigados com água residuária e adubado com diferentes doses de nitrogênio. *Brazilian Journal of Development*, 6(3): 14936-14950.
- Medeiros RM et al. (2021). Balanço hídrico anual relacionado à crise hídrica na avicultura de São Bento do Una -PE, Brasil. *Recima21-Revista Científica Multidisciplinar*, 2(11): 1-10.
- Medeiros SS et al. (2008). Utilização de água residuária de origem doméstica na agricultura: estudo do estado nutricional do cafeeiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 12(2): 109-115.
- Melo HNS et al. (2009). Utilização de nutrientes de esgotos tratados em hidroponia. Mota S; Von Sperling M. (orgs.). *Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção*. Rio de Janeiro: ABES. 119-146p.
- Neto AJA et al. (2016). Água residuária de suinocultura sobre a produtividade de soja e milho segunda safra: uso e viabilidade econômica. *Scientia Agraria Paranaensis*, 15(3): 350-357.
- Neves FF et al. (2006) Uso do modelo AVSWAT na avaliação do aporte de nitrogênio (N) e fósforo (P) aos mananciais de uma microbacia hidrográfica contendo atividade avícola. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 11(14): 311-317.
- Notisso PF et al. (2020). Avaliação de Alocação de Água na Bacia Hidrográfica do Rio Inhanombe, Moçambique. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 13(4): 1870-1885.
- Oliveira ML A et al. (2017). Crescimento e produção de girassol ornamental irrigado com diferentes lâminas e diluições de água residuária. *Irriga*, 22(2): 204-219.
- Oliveira PHF et al. (2021). Alterações no regime de vazão e precipitação em trecho da Bacia do Rio Araçuaí, Minas Gerais: Caminhamos para a escassez hídrica? *Revista Espinhaço*, 10(2): 1-10.
- Ribeiro MCF et al. (2012). Crescimento e produtividade da mamoneira irrigada com diferentes diluições de esgoto doméstico tratado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16(6): 639-646.
- Ribeiro MS et al. (2009). Efeitos de águas residuárias de café no crescimento vegetativo de cafeeiros em seu primeiro ano. *Engenharia Agrícola*, 29(4): 569-577.

- Sales MA, Sánchez-Román RM. (2019). Utilização da água residuária tratada por radiação solar na irrigação da cultura de cebolinha. *Irriga*, 24(3): 645-661.
- Santos CK et al. (2018). Impacto do uso de efluentes nas características do solo cultivado com quiabo (*Abelmoschus esculentus* L). *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 12(4): 2776-2783.
- Silva FP et al. (2019). Gestão da água: A Importância de Políticas Públicas para a Implementação do Reuso de Água no Brasil. *Revista Episteme Transversalis*, 10(2): 309-322.
- Singh A, Agrawal M. (2012). Effects of waste water irrigation on physical and biochemical characteristics of soil and metal partitioning in *Beta vulgaris* L. *Agricultural Research*, 1(4), 379-391.
- Soares et al. (2015). Produção de café cereja descascado com gasto mínimo de água. *Informe Agropecuário*, 38 (285): 50-58.
- Sousa HS et al. (2020). Conflito por uso de recursos hídricos: Estudo de caso da bacia do Ribeirão Santa Isabel. *Humanidades & Tecnologia (FINOM)*, 221(1): 129-144.
- Souza DP (2015). Influência da fertirrigação por sulco utilizando água residuária e diferentes níveis de adubação na produtividade do feijoeiro. *Irriga*, 20(2): 348-362.
- Tavares JM et al. (2020). Consumo e Escassez de Água Potável em Salvador-Bahia. *Brazilian Journal of Development*, 6(9): 70909-70925.
- Villes VS et al. (2019). Água como bem econômico: dessalinização para o combate da escassez hídrica no agronegócio. *Multitemas*, 24(57): 217-23.

Uso de lodo de esgoto na agricultura

Recebido em: 21/02/2022

Aceito em: 24/02/2022


 10.46420/9786581460297cap6


Fernando Ferrari Putti^{1*} 

Willian Aparecido Leoti Zaneti¹ 

Bruno Cesar Goes³ 

Larissa Chamma² 

Gustavo Ferreira da Silva² 

Geraldo Gomes de Oliveira Júnior² 

INTRODUÇÃO

A água é um recurso imprescindível para desenvolvimento e manutenção da vida humana, assim como de todos os seres vivos. Assegurando o crescimento populacional e a expansão de centros urbanos, bem como, garante a produção de alimentos. No qual, sempre foi um fator determinante, pois os primórdios sempre procuravam fixar-se próximos a regiões com disponibilidade hídrica (Baptista; Nascimento, 2022; Oliveira et al., 2021).

Entretanto até muitos períodos anteriores, o homem tinha a postura de rotular como um bem abundante e de uso indiscriminado, sem a necessidade de preservação ou preocupação futura. Porém não se colocava em contrapartida que aproximadamente 3% de toda a disponibilidade é denominada doce, e menos de 1% encontra-se em condições de acesso, presente na atmosfera, lagos e rios (Tavares; Araújo, 2020).

Além disso, nos últimos anos vem se observando incidências no aumento das mudanças climáticas globais, impulsionado por problemas de escassez hídrica e eventos de secas extremas, atrelado a alterações nos padrões de precipitação. Comprometendo todo o ecossistema, manutenção das atividades humana, bem como a sobrevivência (Jardim et al, 2019).

O que se torna um problema de aspecto e relevância global, devido ocasionar instabilidade em diversos setores que regem o desenvolvimento humano, desde setores da economia, como a indústria e agropecuária com incertezas de produção, até o saneamento básico e saúde pública com o abastecimento de água potável (Medeiros et al., 2021).

¹ Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Engenharia, Tupã, SP, Brasil

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS), Muzambinho, MG, Brasil.

³ Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS), Alfenas, MG, Brasil

* Autor correspondente: fernando.putti@unesp.br

Aliado a intensa urbanização provocada pelo crescimento populacional, que gera demanda sobre setores agrícolas, energético e industrial. Ocasionalmente alteração de consumo e pressão de degradação dos recursos naturais. Sobretudo, compromete a quantidade e qualidade da água, que traz uma concepção de possível crise hídrica mundial em um futuro próximo, se as formas atuais de uso não forem alteradas (Cantelle; Lima; Borges, 2018).

Visto que, mesmo atualmente ser muito discutido sobre questões de sustentabilidade, como forma de diminuir os impactos gerados sobre este recurso importante. Ainda se tem a necessidade de um melhor planejamento e implantação de ferramentas eficazes pra gerir de forma correta e aplicável os conceitos de preservação e gestão de uso (Notisso; Formiga, 2020).

Uma vez que, gestão ainda é um dos grandes desafios da população mundial. Principalmente pela falta de controle de uso, assim como, muitos efluentes indústrias e esgoto domésticos serem direcionados a corpos hídricos sem nenhum devido tratamento (Silva et al., 2019).

Direcionando ao ponto de discussão atual, sobre a possibilidade de implantação de novas concepções, soluções e tecnologias, que possam impulsionar políticas públicas que fomentem a economia de água potável. Como é o caso do reuso de água residuária, principalmente na agricultura, que vem ganhado espaço nos planos de gestão hídrica em regiões áridas e semiáridas (Souza et al., 2019).

Sendo uma técnica de emprego de água provinda de descarte de esgoto, efluentes líquidos de agroindústria, agropecuária, edificações e indústrias. Com introdução nos sistemas de irrigação que cada vez mais vem expandindo e tem expectativas de crescimento de áreas para os próximos anos, com o intuito de suprir a deficiência hídrica. De forma, que a implantação da água residuária, abre portas da aplicabilidade do conceito de sustentabilidade agrícola, uma vez que permite a redução do emprego de água potável (Medeiros et al., 2020).

Possui ainda outra importante característica que viabiliza o seu emprego, a suplementação de nutrientes minerais no solo. O que reduz ou até mesmo pode eliminar o a prática de uso de fertilizantes sintéticos, pois tem potencial de fornecimento de nutrientes para as culturas, sobretudo, de nitrogênio (Menezes: Matos, 2018).

Tendenciando a aprimorar a introdução do lodo de esgoto, subproduto do tratamento de água residuárias, que apresenta propriedade orgânico, semissólido e com teores de componentes inorgânicos. Em que seu uso na agricultura, permite impulsionar a reciclagem da matéria orgânica e dos nutrientes. Contribuindo para a redução dos custos na produção agrícola (Ferreira et al., 2020).

No entanto, com as inúmeras vantagens, antes da sua aplicação final, deve ser realizado tratamentos que assegurem a redução da carga de poluentes e patógenos. Como forma de assegurar e evitar a contaminação do meio ambiente, evitar perdas de produção, assim como, problemas de saúde pública (Guimarães et al., 2018).

O que diante deste cenário, observa a introdução destas técnicas como um ponto de destaque e que deve ser incentivado. Necessitando alavancar programas de informação, mobilização social e capacitação. Uma vez que permite melhor a destinação para os efluentes e assegura uma melhor gestão dos recursos hídricos, além de ser uma alternativa para suprir a escassez de água e de saneamento ambiental (Siqueira et al., 2018).

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo de trazer o panorama sobre as questões rodeiam o uso de água e escassez hídricas. Apontando novas concepções e técnicas que favorecem a ideia de preservação, como a introdução da água residuária e do lodo de esgoto.

MATERIAL E MÉTODOS

Buscou-se a partir do objetivo proposto no presente estudo realizar uma revisão de literatura para compreender o estado da arte sobre o uso do lodo de esgoto na agricultura. Realizou-se uma busca ativa dos principais trabalhos acadêmicos para embasar o desenvolvimento do nosso trabalho. Assim inicialmente foi contextualizado o estudo e em seguida foi realizado um estudo sobre o uso do lodo de esgoto na agricultura onde buscamos relacionar seus aspectos no solo e na planta. Em seguida buscou discutir e apresentar sobre os aspectos legais sobre o uso da água residuária. E por fim onde apresentamos as conclusões e perspectivas futuras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

USO DE ÁGUA RESIDUÁRIA NA AGRICULTURA: ASPECTOS NO SOLO E PLANTA

O lodo de esgoto é oriundo do processo de tratamento do esgoto doméstico ou industrial, em que apresenta composição variada, uma vez que depende do material de origem, no geral é composto por diferentes nutrientes, metais pesados, matéria orgânica, parasitas intestinais humanos, vírus e coliformes (Zhang et al., 2017; Raheem et al., 2018).

Um dos grandes problemas do lodo de esgoto é a sua deposição final problemática, comprometendo em partes os efeitos benéficos da coleta e tratamento (Zhen et al., 2017). Uma das alternativas que vem sendo muito utilizada é o seu emprego na agricultura, como fonte orgânica de nutrientes às plantas e como condicionador do solo (Lamastra et al., 2018; Urra et al., 2019). Contudo, como pode apresentar em sua composição organismos patogênicos e a sua aplicação na lavoura pode atrair vetores, é necessário o tratamento do lodo antes da sua aplicação (Roig et al., 2012; Petrie et al., 2014; Urra et al., 2019).

Outro ponto muito questionado e recorrente quanto ao uso do lodo de esgoto na agricultura, é em relação ao impacto na saúde humana e ao meio ambiente, devido à presença de contaminantes tóxicos,

como metais pesados (Page et al., 1987; McBride, 1995; Wang et al., 2003; Epelde et al., 2010; Burges et al., 2015).

Urrea et al. (2019) estudaram o efeito da aplicação do lodo de esgoto tratado em uma área agrícola por 24 anos consecutivos e avaliaram o potencial de toxicidade no solo por Cu e Zn. Esses autores relataram que houve acúmulo destes metais pesados no solo, porém sem aumentar sua biodisponibilidade, enfatizando que o uso do lodo de esgoto, desde que tratado e aplicado racionalmente, garante vantagens ao agroecossistema.

Dentre os métodos de deposição do lodo de esgoto, segundo Singh et al. (2011) a aplicação na agricultura é a técnica mais econômica e oferece melhorias potenciais em relação aos métodos convencionais (aterros sanitários e incineração). Esses mesmos autores, em seu trabalho de revisão sobre os efeitos do lodo de esgoto na biomassa microbiana, relataram que os nutrientes presentes no lodo são fundamentais para o aumento da atividade microbiana no solo, no entanto deve-se atentar para a quantidade de metais pesados presentes em sua composição, pois desde que estejam nas quantidades permitidas por lei, estes parecem não ter qualquer influência negativa na biomassa microbiana do solo e nas atividades enzimáticas.

Latare et al. (2014) estudaram o efeito da aplicação do lodo de esgoto nas propriedades químicas do solo e na produtividade do arroz e do trigo. Em seus resultados, a aplicação do lodo de esgoto, proporcionou maior número de perfilhos nas plantas destas culturas e maior peso hectolitro dos grãos e, conseqüentemente, maior produtividade. No entanto, as maiores doses de lodo (30 e 40 t ha⁻¹) aumentaram o teor de metais pesados nos grãos, sendo que a concentração de Cd no grão de arroz estava acima do limite de segurança. Os autores ressaltam a importância de aplicar doses menores de lodo de esgoto em combinação com fertilizantes químicos para, assim, sustentar a produtividade das culturas e evitar a contaminação da cadeia alimentar. Apesar das doses mais elevadas de lodo de esgoto aumentarem a concentração de metais pesados nos grãos, essas mesmas doses foram as que mais aumentaram a fertilidade do solo, sendo reportados maiores teores de N, K, S e Zn no solo mesmo após a colheita das culturas e, desta forma, com maior potencial de disponibilidade destes nutrientes às culturas por tempo prolongado. Em síntese, estes autores concluíram que a aplicação de lodo de esgoto é boa para melhorar a produção das culturas e o acúmulo de nutrientes e matéria orgânica no solo, mas é necessário monitoramento regular dos metais acumulados no solo e nas partes da planta durante o uso contínuo.

Além das alterações nas propriedades químicas e biológicas do solo, o lodo de esgoto também promove mudanças nos atributos físico-hídricos (Singh et al. 2011; Lloret et al., 2016). Maria et al. (2010) avaliaram o potencial do lodo de esgoto como condicionador físico do solo em terras agrícolas e notaram que a aplicação do lodo reduziu a densidade do solo, aumentou a macroporosidade e diminuiu a microporosidade, mas não afetaram significativamente a permeabilidade do solo após seis aplicações

anuais consecutivas. Além disso, neste trabalho o índice S (indicador de qualidade física do solo) foi suscetível às alterações do solo em comparação com o solo original, indicando recuperação da qualidade do solo das parcelas tratadas com lodo de esgoto, em comparação com as tratadas com fertilizantes minerais.

Além destes trabalhos citados acima, sobre o uso do lodo de esgoto na agricultura visando a qualidade do solo e produtividade das culturas, há na literatura muitas outras pesquisas, na Tabela 1 encontram-se alguns destes trabalhos.

Tabela 1. Relação de trabalhos com aplicação de lodo de esgoto na agricultura. Fonte: os autores.

Autores e ano de publicação	DOI	Resultado
Gląb et al. (2018)	10.1016/j.geoderma.2017.11.034	Melhorou as propriedades físico-hídricas do solo.
Melo et al. (2018)	10.1016/j.scitotenv.2018.06.254	Lodo de esgoto substituiu completamente a adubação de P e micronutrientes e parcialmente a de N no milho.
Penido et al. (2019)	10.1016/j.ecoenv.2019.01.110	Reduziu a biodisponibilidade e Cd, Pb e Zn e favoreceu o desenvolvimento de <i>Brachiaria decumbens</i> .
Sharma e Dhaliwal (2019)	10.1080/00103624.2019.1648489	Melhorou as propriedades químicas e biológicas do solo.
Gao et al. (2020)	10.1016/j.scitotenv.2020.140355	O lodo de esgoto contém microplástico com metais pesados, necessitando de tratamento para uso na agricultura.
Koutroubas et al. (2020)	10.1016/j.indcrop.2020.112670	Melhorou a resposta do girassol ao déficit hídrico, aumentou a produtividade e teor de N nos aquênios.
Rehman e Qayyum (2020)	10.1016/j.jenvman.2019.109700	Lodo de esgoto compostado supriu a necessidade de P no cultivo de arroz e trigo.
Boudjabi et al. (2021)	10.1016/j.chemosphere.2021.131122	Aumentou a fertilidade do solo e a produtividade de <i>Triticum durum</i> .
Elsalam et al. (2021)	10.3390/agronomy11040628	Aumentou a produtividade das culturas e aumentou o conteúdo de C e N no solo.
Dubis et al. (2022)	10.1016/j.indcrop.2021.114235	Aumentou o rendimento de biomassa e a eficiência energética do <i>Miscanthus sacchariflorus</i> .

Em síntese, o uso de lodo de esgoto na agricultura apresenta muitas vantagens, tanto no desenvolvimento das plantas como na qualidade do solo, contudo seu uso deve ser racional, tomando os cuidados necessários para evitar a contaminação do agroecossistema. Cabe ressaltar que, conforme

relatado por vários autores, a resposta positiva das culturas à aplicação de lodo não é um fenômeno geral, e depende não apenas do tipo de lodo aplicado e da tecnologia utilizada para processar a matéria-prima, mas também do tipo de solo e das condições ambientais (Kim et al., 2007; Singh e Agrawal, 2008).

E apesar de haver muitas pesquisas sobre o assunto, é necessário acompanhamento constante dos seus efeitos no solo, na planta, no meio ambiente e na saúde humana, pois ainda não há consenso sobre os possíveis agravamentos do seu uso na agricultura e impactos no ecossistema (Muchuweti et al., 2006; Lajayer et al., 2019; Elmi et al., 2020).

LEGISLAÇÃO SOBRE O USO DE ÁGUA RESIDUÁRIA NA AGRICULTURA

Nos últimos anos, o avanço da instalação das estações de tratamentos de esgoto tem aumentado, como política de saneamento básico. Associado a isso temos reduções com problema relacionados a saúde, poluição e contaminação. Entretanto os avanços da ETEs, tem se gerado um novo problema ambiental, que é de como realizar a disposição correta do lodo de esgoto.

A primeira normatização foi publicada em agosto de 1999, pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESP), a Norma Técnica P4. 230, em que era intitulada “Aplicação de lodos de tratamento biológico em áreas agrícolas - Critérios para projeto e operação. Com o avanço dos números de ETEs pelo Brasil e da técnica empregada, o assunto foi regulamentado pela Resolução CONAMA nº375/2006 (Brasil, 2006) e alterada pela Resolução CONAMA nº498, 19 de agosto de 2020. As resoluções citadas acima, apresentavam a regulamentação sobre os critérios e procedimentos para a produção e aplicação de biossólidos em solos e das outras providências (Brasil, 2020).

Essa atualização da legislação sobre o uso do lodo apresenta em seu Artigo 3º, que fica vedado o uso em solo de:

“I – lodo de estação de tratamento de efluentes de estabelecimentos de serviços de saúde, de portos e aeroportos;

II – lodos provenientes de sistema de tratamento individual, coletados por veículos, antes de seu tratamento por uma UGL;

III - lodo classificado como perigoso de acordo com as normas brasileiras vigentes.

Parágrafo único. É proibido misturar ou incorporar os seguintes materiais ao biossólido a ser destinado para uso em solos:

I - resíduos sólidos de serviços de manutenção de rede de esgoto e de unidades de pré-tratamento de estações de tratamento de efluentes, tais como resíduos de grades e de desarenadores;

II - material flutuante contendo resíduos não degradáveis, tais como plástico, de decantadores primários, caixas de distribuição, digestores de lodo e outros tipos de reatores.” (Brasil, 2020).

Assim, observamos que a atualização da legislação busca evitar o uso sem devido tratamento e dependendo da origem. Desta forma, no Artigo 4º apresenta que fica proibido a importação, assim segurando que não ocorra em problemas sanitários.

Outro importante ponto é sobre os valores máximos permitido de substâncias químicas, os quais não podem ultrapassar os valores pré-estabelecidos, sendo que foi realizado a divisão em duas Classes 1 e 2, e os elementos são: arsênio (20 e 41), bário (130 e 260), cádmio (19 e 39), cromo (1500 e 3000), cobre (750 e 1500), chumbo (150 e 300), mercúrio (8,5 e 17), molibdênio (6,5 e 13), níquel (210 e 420), selênio (50 e 100) e zinco (1400 e 2800).

CONCLUSÃO

O avanço da instalação de ETEs vem proporcionando melhora na qualidade de águas de rios, na saúde e contaminação do ambiente e de pessoas. Entretanto o volume de lodo de esgoto gerados vem aumentando, e deve-se realizar um tratamento correto para a sua utilização. Assim, as resoluções CONAMA apresentam a normas para o uso e destinação. Associado a isso, o aumento do preço de insumos dos últimos anos, com o manejo sustentável do uso do solo pode ser uma saída sustentável e economicamente viável para a destinação do biossólidos.

Desta forma ainda se demanda estudos para verificar a longo prazo os efeitos no solo e na cultura. Mas sabe-se que diversos estudos apontam para o caminho do reuso do lodo como saída para o descarte de forma menos impactante no meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais pela concessão do projeto da chamada universal (APQ-00498-16) e à UNESP pelo pós-doutorado concedido ao primeiro autor (Processo 408/2015)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baptista OGS et al. (2022). Água potável: escassez e gestão do consumo em condomínios residenciais metropolitanos. *Brazilian Journal of Development*, 8(1), 8384-8397.

BRASIL. MMA. CONAMA. Resolução CONAMA nº375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Brasília, DF, 2006. Com retificação e revogação posteriores. Publicada originalmente no Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil: Seção 1: Poder Executivo, Brasília, DF, n. 53, p. 58-63, 18 mar. 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=506>. Acesso em: fev. 2021.

- BRASIL.MMA. CONAMA. Resolução nº 498, de 19 de agosto de 2020. Define os critérios e procedimentos para produção e aplicação de biossólido em solos, e dá outras providências. Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil: Seção 1, Atos do Poder Executivo, Brasília, DF, ano 158, n. 161, p. 265-269, 21 ago. 2020. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=749>. Acesso em: fev. 2021.
- Burges A et al. (2015). Impact of repeated single-metal and multi-metal pollution events on soil quality. *Chemosphere*, 120: 8-15.
- Cantelle TD et al. (2018). Panorama dos recursos hídricos no mundo e no Brasil. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 11(4): 1259-1282.
- Elmi A et al. (2020). Sewage sludge land application: Balancing act between agronomic benefits and environmental concerns. *Journal of Cleaner Production*, 250: 1195512.
- Elsalam HEA et al. (2021). Effect of sewage sludge compost usage on corn and faba bean growth, carbon and nitrogen forms in plants and soil. *Agronomy*, 11: 628.
- Epelde L et al. (2010). Impact of metal pollution and *Thlaspi caerulescens* growth on soil microbial communities. *Applied and Environmental Microbiology*, 76: 7843-7853.
- Ferreira SR et al. (2020). Produtividade de cana-de-açúcar de segundo corte fertilizada com organomineral de lodo de esgoto e bioestimulante. *Brazilian Journal of Development*, 6(1): 4594-4600.
- Gao D et al. (2020). Source, occurrence, migration and potential environmental risk of microplastics in sewage sludge and during sludge amendment to soil. *Science of The Total Environment*, 742: 140355.
- Głąb T et al. (2018). Effects of co-composted maize, sewage sludge, and biochar mixtures on hydrological and physical qualities of sandy soil. *Geoderma*, 315: 27-35.
- Guimarães JCS et al. (2018). Utilização do lodo de esgoto na agricultura: uma análise cienciométrica. *Research, Society and Development*, 7(9):1-31.
- Jardim AMRF et al. (2019). Estudos climáticos do número de dias de precipitação pluvial para o município de Serra Talhada-PE. *Revista Engenharia na Agricultura*, 27 (4): 330-337.
- Kim H-W et al. (2007). Response surface optimization of substrates for thermophilic anaerobic codigestion of sewage sludge and food waste. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 57(3): 309-318.
- Lajayer BA et al. (2019). Micronutrient and heavy metal concentrations in basil plant cultivated on irradiated and non-irradiated sewage sludge-treated soil and evaluation of human health risk. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 104: 141-150.
- Lamastra L et al. (2018). Sewage sludge for sustainable agriculture: contaminants' contents and potential use as fertilizer. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 5: 10.


- Latare AM et al. (2014). Direct and residual effect of sewage sludge on yield, heavy metals content and soil fertility under rice–wheat system. *Ecological Engineering*, 69: 17-24.
- Lloret E et al. (2016). Sewage sludge addition modifies soil microbial communities and plant performance depending on the sludge stabilization process. *Applied Soil Ecology*, 101: 37-46.
- McBride MB et al. (1995). Mobility and solubility of toxic metals and nutrients in soil fifteen years after sludge application. *Soil Science*, 162: 487-500.
- Medeiros AS et al. (2018). Crescimento e alocação de fitomassa do quiabeiro submetido à doses de nitrogênio e irrigação com água residuária. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* 12(3): 2621 - 2631.
- Medeiros LC et al. (2020). Morfometria de girassóis irrigados com água residuária e adubado com diferentes doses de nitrogênio. *Brazilian Journal of Development*, 6(3): 14936-14950.
- Medeiros RM de. et al. (2021). Balanço hídrico anual relacionado à crise hídrica na avicultura de São Bento do Una -PE, Brasil. *Recima21-Revista Científica Multidisciplinar*, 2(11):1-10.
- Menezes LAN et al. (2018). Condutividade elétrica do solo em função da dose de aplicação de água residuária em áreas de fertirrigação. *Revista Engenharia na Agricultura*, 26(4):383-389.
- Muchuweti M et al. (2006). Heavy metal content of vegetables irrigated with mixtures of wastewater and sewage sludge in Zimbabwe: Implications for human health. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 112(1): 41-48.
- Notisso PF et al. (2020). Avaliação de Alocação de Água na Bacia Hidrográfica do Rio Inhanombe, Moçambique. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 13(4): 1870-1885.
- Oliveira PHF et al. (2021). Alterações no regime de vazão e precipitação em trecho da Bacia do Rio Araçuaí, Minas Gerais: Caminhamos para a escassez hídrica? *Revista Espinhaço*, 10(2): 1-10.
- Page AL, et al. (1987). *Land application of sludge*. Chelsea, MI: Lewis Publishers. 168p.
- Penido ES et al. (2019). Combining biochar and sewage sludge for immobilization of heavy metals in mining soils. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 172: 326-333.
- Petrie B et al. (2014). A review on emerging contaminants in wastewaters and the environment: current knowledge, understudied areas and recommendations for future monitoring. *Water Research*, 72: 3-27.
- Raheem A et al. (2018). Opportunities and challenges in sustainable treatment and resource reuse of sewage sludge: a review. *Chemical Engineering Journal*, 337: 616-641.
- Roig N et al. (2012). Long term amendment of Spanish soils with sewage sludge: effects on soil functioning. *Agriculture, ecosystems & environment*, 158: 41-48.
- Silva FP et al. (2019). Gestão da água: A Importância de Políticas Públicas para a Implementação do Reuso de Água no Brasil. *Revista Episteme Transversalis*, 10(2): p.309-322.


- Singh RP et al. (2011). Land application of sewage sludge: physicochemical and microbial response. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 214: 41-61.
- Singh RP; Agrawal M (2008). Potential benefits and risks of land application of sewage sludge. *Waste Management*, 28: 347-358.
- Siqueira DP et al. (2018). Lodo de esgoto tratado na composição de substrato para produção de mudas de *Lafoensia glyptocarpa*. *Floresta*, 48(2): 277-284.
- Tavares JM et al. (2020). Consumo e Escassez de Água Potável em Salvador-Bahia. *Brazilian Journal of Development*, 6(9): 70909-70925.
- Urta J et al. (2019). Application of sewage sludge to agricultural soil increases the abundance of antibiotic resistance genes without altering the composition of prokaryotic communities. *Science of The Total Environment*, 647: 1410-1420.
- Wang QR et al. (2003). Soil contamination and plant uptake of heavy metals at polluted sites in China. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 38: 823-838.
- Zhang Q et al. (2017). Sludge treatment: current research trends. *Bioresource Technology*, 243: 1159-1172.
- Zhen G et al. (2017). Overview of pretreatment strategies for enhancing sewage sludge disintegration and subsequent anaerobic digestion: current advances, fullscale application and future perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69: 559-577.

Desenvolvimento de plantas forrageiras sob estresse hídrico

Recebido em: 21/02/2022

Aceito em: 28/02/2022

 10.46420/9786581460297cap7

Alan Mario Zuffo^{1*} 

Fábio Steiner² 

INTRODUÇÃO

A extensão territorial do Brasil e as condições edafoclimáticas são favoráveis para o desenvolvimento das atividades pecuárias. O rebanho bovino do Brasil é de 317 milhões de cabeça (USDA, 2021) em área de 172 milhões de hectares de pastagem, sendo 102 milhões de hectares cultivados e 70 milhões de hectares de pastagens nativas (IBGE, 2016). A produção nacional de carne e leite é baseada exclusivamente em pastagens de gramíneas e leguminosas forrageiras (Fonseca; Martuscello, 2022). Com a diversificação de produção muitos produtores estão as forrageiras na entressafra a fim de produzir matéria seca para o gado após o cultivo de grãos essa técnica é denominada de integração Lavoura-Pecuária (ILP). Assim, o ILP é uma estratégia interessante a fim de produzir pastagens em um período de baixa precipitação.

As principais forrageiras gramíneas forrageiras tropicais nos sistemas de produção tropical no Brasil: *Brachiaria*, *Cynodon*, *Panicum maximum*, *Paspalum* e *Pennisetum purpureum* (Fonseca; Martuscello, 2022). Cada espécie ou do cultivar de forrageira é tem um potencial de produção em função das suas características genéticas. O cultivo das forrageiras no período de entressafra (final do verão até o início do inverno), deixam as plantas estão sujeitas a condições de baixa precipitação e, conseqüentemente de restrição hídrica.

A busca de espécies e/ou cultivares resistentes ao estresse hídrico, ou então de meios que amenizem os impactos do déficit hídrico (Eliane et al., 2019; Katz, 2019; Ramos e Freire, 2019) é de fundamental importância para o incremento da produção de fitomassa no período de entressafra, o qual, há uma baixa quantidade de oferta pastagem para os bovinos. Assim, objetivou-se avaliar as respostas

¹ Departamento de Agronomia, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Praça Gonçalves Dias, s/n, Centro, CEP 65800-000, Balsas, MA, Brasil.

² Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Rod. MS 306, km 6.4, CEP 79540-000, Cassilândia, MS, Brasil.

* Autor correspondente: alan_zuffo@hotmail.com

morfológicas de 9 espécies forrageiras com restrição hídrica moderada e severa em condições de casa de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação climatizada na Estação Experimental Agronômica na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, em Cassilândia, MS (19°05'30" S; 51°48'50" W e altitude média de 540 m), no período de maio a agosto de 2017. As condições ambientais no interior da casa de vegetação durante a condução do experimento foram de 26 °C (± 2 °C) à temperatura média do ar e 68% ($\pm 6\%$) à umidade relativa do ar.

Foram utilizados vasos plásticos preenchidos com 8 dm³ de solo arenoso peneirado em malha de 5,0 mm, proveniente da camada superficial de 0,0–0,20 m de um Neossolo Quartzarênico Órtico latossólico – NQo (Santos et al., 2018), coletado em uma área de pastagem nativa sem histórico de cultivo agrícola. As principais características químicas do solo foram as seguintes: pH (CaCl₂) = 4,6, matéria orgânica = 14 g dm⁻³, P (Mehlich⁻¹) = 7,8 mg dm⁻³, K⁺ = 0,16 cmol_c dm⁻³, Ca²⁺ = 1,50 cmol_c dm⁻³, Mg²⁺ = 0,50 cmol_c dm⁻³, H⁺ + Al³⁺ = 3,60 cmol_c dm⁻³, Al³⁺ = 0,25 cmol_c dm⁻³, CTC = 5,80 cmol_c dm⁻³ e 38% de saturação por bases. Todas as análises químicas foram efetuadas seguindo indicações de Teixeira et al. (2017). A capacidade de retenção de água do solo sob condições de drenagem livre foi mensurada usando a taxa de decréscimo do teor de água de 0,1 g kg⁻¹ dia⁻¹ como sugerido por Casaroli e Lier (2008), e o valor da capacidade máxima do solo em reter água foi de 210 g kg⁻¹.

A correção da acidez do solo foi realizada com a aplicação de 1,10 g de calcário por dm³ de solo (CaO: 38%; MgO: 11%; PRNT: 85%; e, PN: 62%), visando elevar a saturação por base do solo a 70% (Sousa e Lobato, 2004). Após a aplicação do calcário, o solo foi homogeneizado, umedecido até alcançar 80% da capacidade de retenção de água, e incubado por 30 dias. Decorrido esse período, o solo foi fertilizado com 50 mg dm⁻³ de N (ureia), 400 mg dm⁻³ de P (superfosfato simples), 150 mg dm⁻³ de K (cloreto de potássio). Aos 30 e dias após a emergência das forrageiras também foram aplicados 80 mg dm⁻³ de N em cobertura na forma de ureia (45% de N).

Implantação e Condução do Experimento

A semeadura das plantas forrageiras e de cobertura foi realizada no dia 08 de maio de 2017, distribuindo-se 10 sementes por vaso na profundidade de 2,0 cm, e aos cinco dias após a emergência, realizou-se o desbaste deixando-se duas plantas por vaso. Durante os primeiros 40 dias, todos os tratamentos foram irrigados para manter a umidade do solo próximo à 100% da capacidade de retenção de água do solo. Posteriormente, no dia 17 de junho, a imposição da restrição hídrica (50% e 25% da

capacidade de retenção de água do solo) foi realizada por um período de 25 dias. Após este período, o experimento foi avaliado e finalizado. O teor de água no solo foi monitorado diariamente no período da tarde (15:00 horas).

Mensuração das avaliações

Aos 65 DAE foram avaliadas: altura de planta, com o auxílio de trena graduada em metro, medida do colo até o ápice, comprimento do caule com distância entre o colo e o ponto de inserção da folha mais jovem com o auxílio de uma trena graduada, diâmetro do caule utilizando paquímetro digital graduado em milímetro. Número de perfilho, número de folhas, de forma manual nas duas plantas do vaso. A área foliar foi mensurada seguindo metodologia proposta por Benincasa (2003), com modificações. Após a separação de todas as folhas das plantas, foram retirados 10 discos foliares de área conhecida (15,0 cm²), que foi considerada a área foliar da amostra (AF_{Amostra}). Em seguida, após a secagem em estufa à 65 °C, por 72 horas, foi determinada a massa seca da amostra (MS_{Amostra}) e a massa de matéria seca das folhas (MSF). A área foliar total (AF) foi obtida por meio da seguinte equação: $AF = [(AF_{Amostra} \times MSF) / MS_{Amostra}] / 100$. O volume radicular (VR, em cm³) foi determinado pelo método de deslocamento de água, utilizando uma proveta de 1.000 mL graduada em mililitros (mL). O volume radicular foi determinado pelo método de deslocamento de água, utilizando uma proveta de 100 mL graduada em mililitros (mL) com precisão de ±1,0 cm³. Em seguida colocou-se na proveta de 1 L, valor padrão de água, cerca de 300 mL, no qual foram emergidas as raízes calculando-se o volume radicular pela diferença de volume de água deslocada na proveta. Realizou-se também a matéria seca oriunda da parte aérea a m, raízes e total, com auxílio de estufa de circulação de ar forçado, a 65°C, por 72 horas, até obtenção de massa constante, e, em seguida pesou-se os resíduos vegetais de forma separada.

Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, disposto em esquema fatorial 3 × 9, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos por três níveis de manejo da irrigação [100% da capacidade de retenção de água do solo (controle), 50% do controle (estresse moderado) e 25% do controle (estresse severo)]. Os tratamentos de estresse hídrico foram aplicados por 25 dias durante a fase de perfilhamento. E, por nove espécie de plantas forrageiras (*Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã, *Pennisetum glaucum* cv. ADR 300, *Urochloa ruziziensis*, *Urochloa brizantha* cv. Marandu, *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, *Panicum maximum* cv. Aruana, *Panicum maximum* cv. Mombaça, *Panicum maximum* cv. Tanzânia, *Paspalum atratum* cv. Pojuca). Cada unidade experimental foi constituída por um vaso com duas plantas.

Os dados experimentais foram submetidos a análise de correlação canônica foi utilizada para estudar a inter-relação entre conjuntos (vetores) de variáveis independentes (plantas forrageiras) e

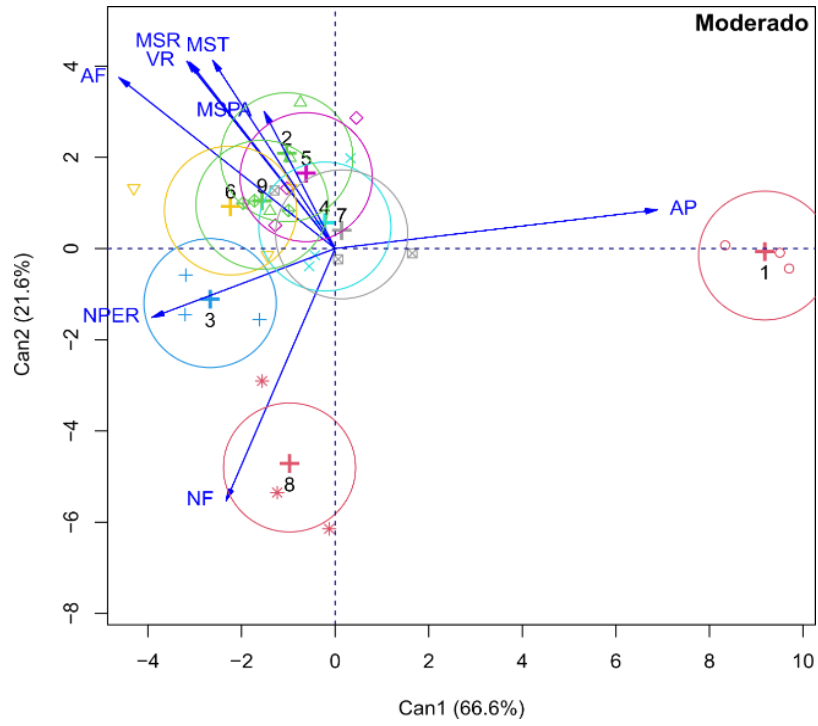
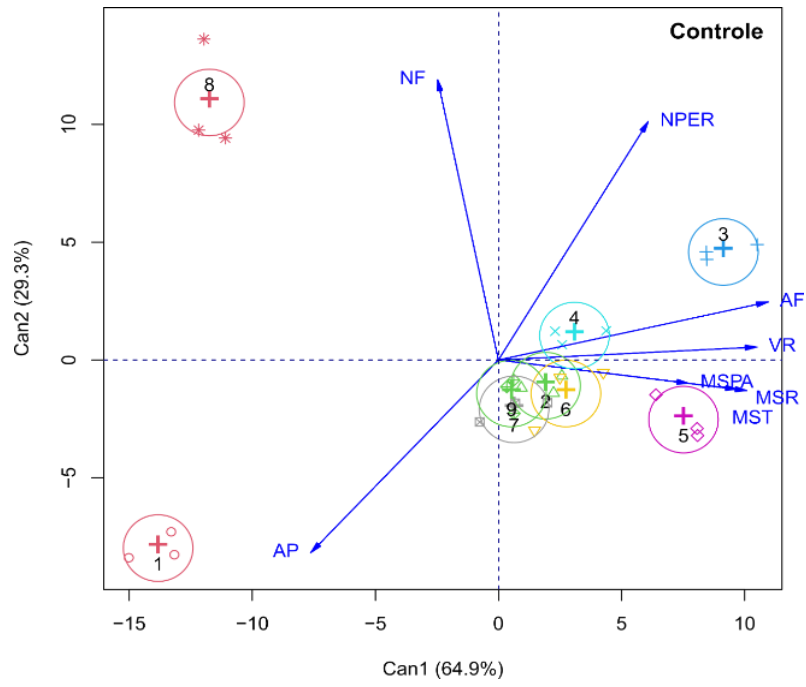
dependentes (características morfológicas) em cada nível de estresse hídrico (controle, moderado e severo). Essas análises foram realizadas no software Rbio versão 140 para Windows (Rbio Software, UFV, Viçosa, MG, BRA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de correlação canônica foi utilizada para verificar a contribuição de cada variável dependente medida nas plantas de cobertura como afetada pelos níveis de estresse por seca (Figura 1). para que as pontuações sejam representadas em um gráfico bidimensional, o percentual de variância retida deve ser superior a 80% (Mingoti, 2005). Nesse estudo, as variâncias acumuladas nas duas principais variáveis canônicas foram de 94,2, 88,2 e 82,9, respectivamente, para cada gráfico (Figura 1) permitindo uma interpretação precisa. Um ângulo (entre os vetores) de menos de 90° indica um positivo correlação entre as variáveis dependentes na ausência de estresse hídrico (controle): altura de plantas com T1: *P. glaucum* cv. ADR 300; número de folhas com *P. atratum* cv. Pojuca; número de perfilhos, área foliar, matéria seca da parte aérea, matéria seca radicular, matéria seca total e volume radicular com T2 *P. maximum* cv. Tanzânia; T3: *U. ruziziensis*; T4: *P. maximum* cv. Aruana; T5: *P. maximum* cv. Mombaça; T6: *U. brizantha* cv. Marandu; T7: *U. brizantha* cv. BRS Piatã; T8: *P. atratum* cv. Pojuca; T9: *U. brizantha* cv. Xaraés são mostrados na Figura 1a.

No estresse hídrico moderado novamente a altura de plantas com T1: *P. glaucum* cv. ADR 300 (Figura 1b). Já o número de folhas e número de perfilhos com T3: *U. ruziziensis* e T8: *P. atratum* cv. Pojuca. Para a área foliar, volume radicular e a massa seca da parte aérea, radicular e total) com T2 *P. maximum* cv. Tanzânia. T4: *P. maximum* cv. Aruana; T5: *P. maximum* cv. Mombaça; T7: *U. brizantha* cv. BRS Piatã e T9: *U. brizantha* cv. Xaraés.

Já, no estresse hídrico severo houve correlação entre o número de folhas e número de perfilhos com T3: *U. ruziziensis* e T8: *P. atratum* cv. Pojuca (Tabela 1c). A altura de plantas e matéria seca radicular com T6: *U. brizantha* cv. Marandu; T7: *U. brizantha* cv. BRS Piatã e T9: *U. brizantha* cv. Xaraés. E, da área foliar, volume radicular, matéria seca da parte aérea e matéria seca total com T2: *P. maximum* cv. Tanzânia; T4: *P. maximum* cv. Aruana e T5: *P. maximum* cv. Mombaça.



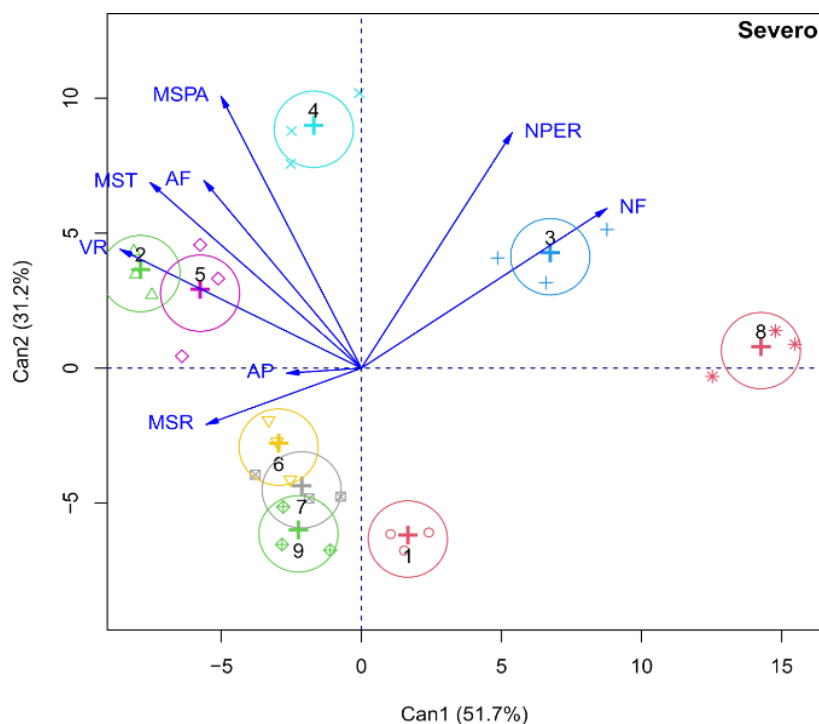


Figura 1. Análise de correlação canônica (CCA) entre as variáveis e suas variáveis canônicas no nível de controle de estresse hídrico (a), moderado (b) e severo (c). As linhas azuis mostram a correlação canônica entre os centróides do primeiro par de variáveis canônicas e a linha de tendência linear. Abreviaturas: AP: altura de plantas; NP: número de perfil; NF: número de folhas; AF: área foliar; MSPA: matéria seca da parte aérea; MSR: matéria seca radicular; MST: matéria seca total; VR: volume radicular. T1: *P. glaucum* cv. ADR 300; T2: *P. maximum* cv. Tanzânia; T3: *U. ruziziensis*; T4: *P. maximum* cv. Aruana; T5: *P. maximum* cv. Mombaça; T6: *U. brizantha* cv. Marandu; T7: *U. brizantha* cv. BRS Piatã; T8: *P. atratum* cv. Pojuca; T9: *U. brizantha* cv. Xaraés.

O maior ou menor impacto negativo da deficiência hídrica no crescimento e desenvolvimento das plantas forrageiras é determinado pela característica genética de tolerância do genótipo à condição de restrição hídrica. Cada forrageira possui características morfológicas próprias, que podem ser modificadas pelo clima e manejo até certo limite, resultado da sua plasticidade fenotípica, ou seja, como a mudança gradual e reversível nas características morfogenéticas e estruturais da planta forrageira em razão de alterações no ambiente (Da Silva; Nascimento Júnior, 2006).

Os resultados indicam que em condições normais, moderadas ou severas de estresse hídrico as plantas forrageiras da espécie *Panicum maximum* tem maior capacidade na produção de área foliar, volume radicular, massa seca da parte aérea e total (Figuras 1). Também é possível evidenciar maior produção de massa seca radicular na ausência e no estresse hídrico moderado. Já em condições severas condições hídricas as espécies *U. brizantha* tem maior capacidade de produção de massa seca radicular, embora o maior volume nessas condições, foi observado para as espécies de *Panicum maximum*. Também é possível evidenciar em todas as condições de estresse hídrico que o maior perfilhamento foi para a forrageira *U. ruziziensis*. Assim, é possível evidenciar que cada espécie forrageira tem suas características intrínsecas, e

direciona a produção dos seus fotoassimilados para distintos drenos, seja para crescimento do caule, folhas, raízes ou perfilhos.

CONCLUSÕES

Em condições normais, moderadas ou severas de estresse hídrico as plantas forrageiras da espécie *Panicum maximum* tem maior capacidade na produção de área foliar, volume radicular, massa seca da parte aérea e total. Já em condições severas condições hídricas as espécies *U. brizantha* tem maior capacidade de produção de massa seca radicular

Para a produção de matéria seca da parte aérea afim de produzir pastagem para os bovinos a espécie *P. maximum* cv. Mombaça tem maior tolerância as condições de restrição hídrica moderada e severa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Casaroli D, Lier QJ (2008). Critérios para determinação da capacidade de vaso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32(1): 59-66.
- Da Silva SC; Nascimento Junior D (2006). Ecofisiologia e plantas forrageiras. In: Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem (p. 1-41). Viçosa. Anais... Viçosa: Editora UFV.
- Eliane MT et al. (2019). Effect of Water Stress Induced by Polyethylene Glycol 6000 on Somatic Embryogenesis in Cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Agricultural Sciences*, 10(9): 1240-1254.
- Fonseca DM da, Martusello JA (2022). Plantas forrageiras. 2st ed., Editora UFV. 591p.
- IBGE (2016). IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 05 jan. 2022.
- Katz O (2019). Silicon content is a plant functional trait: Implications in a changing world. *Flora - Morphology Distribution Functional Ecology of Plants*, 254: 88-94.
- Mingoti AS (2005). Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: Uma abordagem aplicada. 1st ed., Editora UFMG. 295p.
- Ramos FR, Freire ALO (2019). Growth and Gas Exchange of *Cnidioscolus quercifolius* Fertilized With Potassium and Under Water Deficit. *Journal of Agricultural Science*, 11(11): 23-29.
- Santos HG et al. (2018). Sistema brasileiro de classificação de solos. 5th ed. Embrapa.
- Sousa DMG, Lobato E (Eds.) (2004). Cerrado: correção do solo e adubação. Embrapa Informação Tecnológica. 416p.
- Teixeira PC et al. (2017). Manual de métodos de análises de solos., 3st ed. Embrapa.
- USDA (2022). Foreign Agricultural Service. United States Department of Agriculture. Disponível em: <<https://www.usda.gov/>>. Acesso em: 05 jan. 2022.

Índice Remissivo

C

Cerrado piauiense, 37

E

Erva-de-bicho, 9
estresse hídrico, 60, 62, 63, 65, 66

L

Legislação, 44

P

Panicum maximum, 60, 62, 65, 66
Phyllanthus, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21
Polygonum, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

Q

Quebra-pedra, 13

S

SUS, 14, 15, 19, 21

Sobre os organizadores



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 165 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 127 resumos simples/expandidos, 68 organizações de e-books, 45 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto na UEMA em Balsas. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Atualmente, possui 69 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 47 organizações de e-books, 32 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com, jorge.aguilera@ufms.br.



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

